E & A

Band 35, Heft 3 Dezember 1953

R

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

Begründet von K. ESCHERICH

15 JAN 1954
SERIAL Eu.270
SEPARATE

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER
Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie an der Universität München

Mit 76 Abbildungen

1953
PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

*Z. ang. Ent. Bd. 35* **Heft 3** *S. 249—380 Bln. 1953*

# Inhalt

## Originalaufsätze

Beiträge zur Biologie und Epidemiologie der Zwiebelminierfliege *Dizygomyca cepae* Her. Von G. Nietzke, Hildesheim. Mit 16 Abbildungen . . . . . 249

Die Bedeutung der Drehherzmücke *(Contarinia nasturtii* Kieffer) für den Kohlrübenanbau unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Schleswig-Holstein. Von Hans Hornig, Kiel. Mit 13 Abbildungen . . . . 271

Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege *(Lampetia equestris* F.). Von W. E. de Mol van Oud Loosdrecht, Amsterdam. Mit 9 Abbildungen . . . . . 319

Einige Beobachtungen über holzzerstörende Insekten (Termiten und Käfer) in Guatemala. Von Günther Becker, Berlin. Mit 38 Abbildungen . . . . . 339

Biocönotik und angewandte Entomologie. Eine Kritik von K. Friederichs, Göttingen . . . . . 374

## Referate

Einzelreferate . . . . . 379

---

**Schriftleitung:** Professor Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

**Honorierung:** Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen und Tabellen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Das Honorar beträgt je Bogen 40,— DM, mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert.

**Erscheinungsweise:** Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte, von denen 4 einen Band bilden. Jedes Heft hat einen Umfang von 7 bis 8 Druckbogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

**Sonderabdrucke:** Von Originalaufsätzen werden auf Wunsch 20 Sonderabdrucke kostenlos zur Verfügung gestellt, von Doktorarbeiten 50. Mehrbedarf kann gegen Berechnung geliefert werden.

---

**Abonnementspreis dieses Heftes 29,40 DM** **Einzelpreis 32,40 DM**

*Aus der Zoologischen Abteilung der Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Neustadt a. d. Weinstraße*
*Direktor: Prof. Dr. O. Jancke*

# Beiträge zur Biologie und Epidemiologie der Zwiebelminierfliege *Dizygomyca cepae* Her.

Von

G. Nietzke[1])

*Mit 16 Abbildungen*

Inhaltsverzeichnis: I. Wirtschaftslage im rheinpfälzischen Steckzwiebelanbau. — II. Geographische Verbreitung der Zwiebelminierfliege. — III. Morphologie: Imago, Ei, Larve, Puparium und Puppe. — IV. Biologie: Imago, Ei, Larve, Puparium und Puppe, Parasiten. — V. Befall und Schaden. — VI. Bekämpfung. — Zusammenfassung. — Literatur.

## I. Wirtschaftslage im rheinpfälzischen Zwiebelanbaugebiet

Eines unserer größten Zwiebelanbaugebiete ist neben dem Anbaugebiet um Calbe a. d. Saale die Rheinpfalz. Der Steckzwiebelanbau wird auf dem dem Pfälzer Wald vorgelagerten Flachlandsgebiet betrieben und konzentriert sich vornehmlich im Landauer Bezirk mit den Gemeinden Herxheim b. Landau, Herxheim-Weiher u. a. und in den Gemeinden der Bezirke Ludwigshafen und Frankenthal. Um wie hohe Ernteerträge es sich hierbei handelt, zeigt nebenstehende Tabelle über den Zwiebelanbau und die Erträge der Gemeinde Herxheim b. Landau:

| Anbaujahr | Anbaufläche in ha | Gesamtertrag in Ztr. | Ertrag in Ztr. pro ha |
|---|---|---|---|
| 1928: | 164 | 95 000 | 580 |
| 1929: | 159 | 91 000 | 590 |
| 1930: | 177 | 100 000 | 560 |
| 1931: | 177 | 60 000 | 340 |
| 1932: | 60 | 40 000 | 660 |
| 1933: | 40 | 26 000 | 650 |
| 1934: | 55 | 33 000 | 600 |
| 1935: | 95 | 100 000 | 1050 |
| 1936: | 160 | 120 000 | 750 |
| 1937: | 110 | 20 000 | 180 |
| 1938: | 42 | 5 000 | 120 |

Der Wert der Zwiebelernte für Herxheim belief sich unter Zugrundelegung des damaligen Preises von RM 6,— je Ztr. im Durchschnitt der Jahre auf rund RM 395 000,— jährlich. Nach der Tabelle schwanken die Hektar-Erträge in normalen Jahren um 600 Ztr. In den Jahren 1928—1930 ergab

[1]) Derzeit Leiter der Bezirksstelle Hildesheim des Pflanzenschutzamtes Hannover.

sich ein Durchschnittsertrag von 575 Ztr. pro Jahr, in den Jahren 1932 bis 1936 dagegen ein solcher von 740 Ztr. pro Jahr. Aus der Reihe der normalen Jahre fallen das Jahr 1935 mit einer Rekordernte von 1050 Ztr. pro ha und die Jahre 1931, 1937 und 1938 mit unter der Normalernte bleibenden Werten auf. Im Jahre 1931 blieb die Ernte um rund 50 % gegenüber dem langjährigen Mittel zurück, während in den Jahren 1937 und 1938 sogar Ausfälle von 84 % festzustellen waren.

Als Ursache dieser Fehlernten kann für alle drei in Frage kommenden Jahre die verderbliche Tätigkeit eines vermutlich aus dem Balkan stammenden Schädlings, der Zwiebelminierfliege (*Dizygomyca cepae* Her.) angesehen werden (Abb. 1). Ihr Schadauftreten im Jahre 1931 war bereits Anlaß zu Versuchen zu ihrer Bekämpfung seitens der Wissenschaft und Praxis. Diese Versuche blieben damals in den Anfängen stecken und brachten keine Klärung. Erst nach den katastrophalen Befallsjahren 1937 und 1938 konnten die Arbeiten mit Unterstützung des deutschen Forschungsdienstes wieder aufgenommen werden.[2])

Abb. 1.
*Dizygomyca cepae* Her.

## II. Geographische Verbreitung der Zwiebelminierfliege

Die Zwiebelminierfliege *Dizygomyca cepae* Her. ist bisher noch wenig als Schädling bekannt geworden. Nach Hering (Agromycidae, in Dahl: Tierwelt Deutschlands) wurde *Dizygomyca cepae* zuerst in Calbe b. Magdeburg gefunden. Die Hauptmenge der Fliegen trat dort im August auf, ohne großen Schaden anzurichten. Mühle berichtet über vereinzelte Schäden im Dienstbereich des Pflanzenschutzamtes Leipzig. Nach brieflicher Mitteilung beobachtete er auch häufigen Minierfraß an wildem Knoblauch, für den er *Dizygomyca cepae* verantwortlich zu machen glaubt. W. D. Eichler berichtet von starkem Auftreten der *Dizygomyca cepae* im Jahre 1949 im Gebiet um Aschersleben und Calbe. Seine Beobachtungen decken sich mit denen von van Emden (unveröffentlichtes Manuskript von van Emden über das Auftreten in Calbe 1926). S. J. Isaev beschreibt Schäden durch *Dizygomyca cepae* aus dem Rostow-Distrikt (UdSSR) in den Jahren 1927 bis 1930. Stellwaag stellte 1931 den Schädling erstmalig in der Pfalz fest. Harris und Tate berichten 1933 von einem „Leaf-miner attacking the cultivated onion". Leider stand diese Arbeit nicht zur Verfügung. Auf Grund der Bezeichnung „Leaf-miner" kann angenommen werden, daß es sich nicht etwa um die Lauchmotte *Acrolepia assectella* oder um den Zwiebelrüßler

[2]) Die Untersuchungen wurden im Dezember 1937 begonnen und mußten im März 1940 infolge des inzwischen eingetretenen Krieges wieder eingestellt werden. Erst jetzt ist es dem Verfasser möglich geworden, über die seinerzeit durchgeführten Untersuchungen zu berichten. Dem Deutschen Forschungsdienst sei daher für die Finanzierung der Arbeiten bestens gedankt. Besonderen Dank schuldet Verf. Herrn Prof. Dr. Jancke, der seine Erfahrungen jederzeit zur Verfügung stellte und unter Einsatz seiner Persönlichkeit Schwierigkeiten in der Finanzierung beseitigte.

*Ceutorrhynchus suturalis* handelt, sondern um die Zwiebelminierfliege. Die Feststellungen über die Ausbreitung der Fliege im Hauptschadgebiet in Herxheim b. Landau machen es wahrscheinlich, daß *Dizygomyca cepae* vom Balkan her eingeschleppt sein muß. Eine Anfrage bei der Landw. Versuchs- und Kontrollstation in Beograd (Jugoslawien) ergab seinerzeit, daß dort *Dizygomyca cepae* zumindest nicht als Schädling festgestellt wurde.

## III. Morphologie

### Imago

Die Zwiebelminierfliege gehört zur Unterordnung Brachycera, Muscidae acalyptratae, Unterfamilie Agromyzinae, Gattung Dizygomyza, Art cepae.

Die in unserem Hauptschadgebiet in Herxheim b. Landau auftretende Zwiebelminierfliege zeigte folgende morphologischen Merkmale:

Größe

Die Körperlänge der Weibchen lag zwischen 1,03 mm und 1,25 mm, die der Männchen zwischen 0,95 und 1,06 mm. Die Flügellänge betrug bei den Weibchen 1,01 bis 1,09 mm und den Männchen 0,95 bis 1,09 mm. Die Breite der Flügel schwankte zwischen 0,39 mm und 0,47 mm bei den Weibchen und 0,37 mm und 0,43 mm bei den Männchen.

Geäder

Der Vorderrand der Flügel zwischen $r_{4+5}$ und m ist nicht kürzer als zwischen $r_{2+3}$ und $r_{4+5}$.

Farbe des Schildchens

Im Gegensatz zur Calbenser Type, bei der das Schildchen vollkommen schwarz und die Schenkel ausgedehnter schwarzbraun gefärbt sind, besitzen die Individuen des Herxheimer Schadgebietes auf dem Schildchen eine gelbe Linie. Dazwischen waren alle Übergänge bis zum vollkommen schwarzen Schildchen vorhanden. Entsprechend anders war auch die Färbung der Schenkel.[3])

Äußere Genitalorgane der Männchen

Das 9. Tergit stellt eine halbkugelig gewölbte Deckplatte — das Epandrium — dar.[4]) Dieses bedeckt die Geschlechtsorgane von oben her (Abb. 2).

---

[3]) Die hier mitgeteilte morphologische Beschreibung der im Herxheimer Gebiet auftretenden Type weicht in einer weiteren Reihe von Merkmalen von der von Hering aus Calbe beschriebenen Type ab. Im Schadgebiet um Oggersheim b. Ludwigshafen fanden wir eine Population, die völlig mit der Calbenser Type übereinstimmte. In einer vorläufigen Mitteilung haben wir darüber berichtet, so daß sich hier eine Gegenüberstellung erübrigt. Nach brieflicher Mitteilung von Hering faßt dieser die Herxheimer Type als Farbvariante auf. Das gleichzeitige Auftreten beider Typen im gleichen Klimaraum läßt jedoch diese Ansicht als fraglich erscheinen. Die morphologischen und biologischen Unterschiede zwischen beiden Typen sind — nach unseren Untersuchungen — recht erheblich. Durch die zeitbedingten Verhältnisse war es leider nicht mehr möglich, eingehende Untersuchungen über Unterschiede im Flugverlauf, der Eiablage und Larvenentwicklung und der Minenbildung beider Typen anzustellen. Zum Teil liegt noch unbearbeitetes Material vor. Die Ergebnisse der Bearbeitung dieses Materials sollen noch zu gegebener Zeit veröffentlicht werden.

[4]) Termini technici nach Hendel: Dipteren, allgem. Teil, in Dahl: Tierwelt Deutschlands.

Das Epandrium ist von ventral nach dorsal median gespalten und bildet so 2 Klappen, zwischen denen das Kopulationsorgan herausgestreckt wird. Ventral auf dem Außenende der 2 Klappen stehen je zwei starke Dornen, die bei der Kopulation das letzte Abdominalsegment des Weibchens umklammern. Ventralwärts, etwa nach der Mitte des Randes jeder Klappe zu, ist noch an jeder Klappe eine handförmige Chitinplatte eingelenkt, die

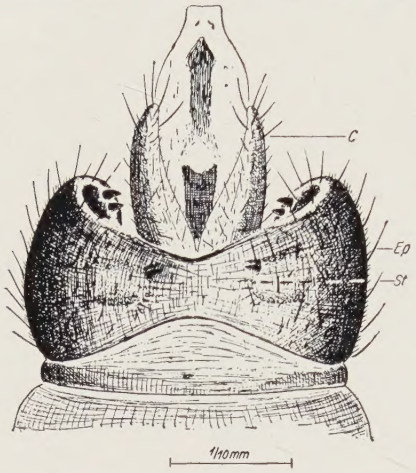



Abb. 2. Abdominalende des Männchens. C = Cerci, Ep = Epandrium, St = Styli

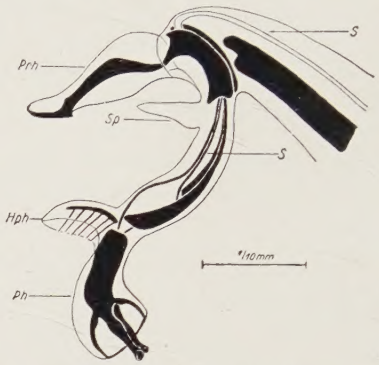



Abb. 3. Kopulationsapparat des Männchens. Prh = Paraphallus, Sp = Spinus titillatorius, Hph = Hypophallus, Ph = Phallus, S = Samengang

ebenfalls mit zwei starken Dornen und fünf bis sechs starken Haaren ausgerüstet ist. Diese beiden Chitinplatten sind als die Styli zu betrachten und dienen ebenfalls zum Festklammern. Schließlich befinden sich dorsal über dem Medianspalt des Epandriums noch zwei zipfelförmige Gebilde mit dichter, kräftiger Behaarung, die Cerci. Der eigentliche Kopulationsapparat ist in der Ruhe eingezogen. Im erektierten Zustand sind an dem eigenartig gebauten Organ verschiedene Teile zu erkennen (Abb. 3), und zwar 1. der Paraphallus (Prh), der zuweilen auch im Ruhezustand zwischen den Genitalklappen hervorgestreckt wird, 2. der Spinus titillatorius (Sp), 3. der zu einem blasenförmigen Gebilde erweiterte Samengang, über dem eine chitinige Deckplatte liegt, 4. der Hypophallus (Hph), der eine löffelförmige Gestalt besitzt und mit einem Kiel, an dem eine Reihe von Chitinspangen sitzen, versehen ist und 5. der Phallus (ph). Alle Teile mit Ausnahme des Spinus besitzen eine mehr oder minder starke Chitinversteifung. Diese ist beim Phallus eigenartig geformt und besteht aus a) einem basalen Teil, einer Chitinröhre, in der der Samengang verläuft, b) einer der Chitinröhre aufsitzenden Schale (Sch) und c) den am Grunde der Schale inserierenden beiden chitinigen Spritzkanälen (K). Beide sind distal trichterförmig erweitert. Das ganze Chitingerüst des Kopulationsapparates ist außerdem mit einer feinen Haut umhüllt. Durch das Zusammenwirken der einzelnen Chitinspangen in Druck- und Zugrichtung wird bei der Einführung in die weibliche Genitalöffnung ein Auseinanderspreizen des Kopulationsapparates bzw. dessen Zusammenlegen beim Herausziehen bewirkt.

### Innere Genitalorgane der Männchen

Diese sind sehr einfach gebaut (Abb. 4). Beim Präparieren fallen sofort die großen, gelblichen, langgestreckten Hoden auf, von denen die Stränge

der Vasa deferentia ausgehen und in die Samenblase (S) einmünden. Diese ist mit einem merkwürdigen Chitingerüst versehen, das schon oben beschrieben wurde. Die Wirkung dieser beiden Chitinteile, die durch Muskelstränge miteinander verbunden sind, und zwischen denen die Samenblase liegt, besteht darin, daß durch Kontraktion der Muskeln der Stempel auf

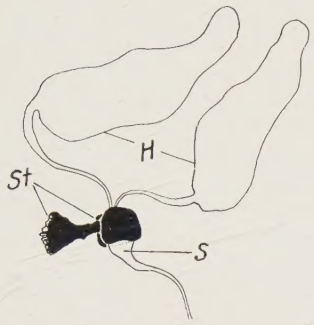



Abb. 4. Innere Genitalorgane des Männchens. H = Hoden, St = Stütz-Skelett

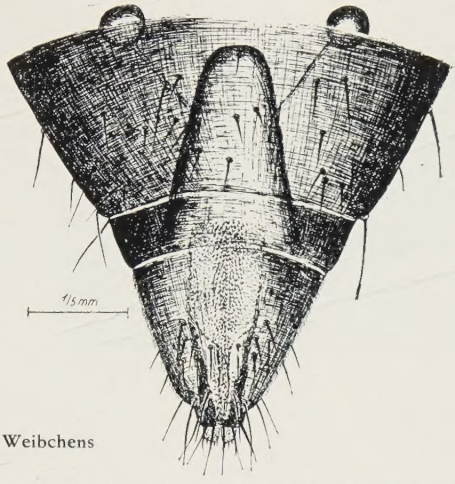



Abb. 5a. Abdominalende des Weibchens

das Lager gedrückt und damit das in der Samenblase befindliche Sperma in den Samengang gespritzt wird. Dieser läuft an bzw. unter den Chitinstücken des äußeren Genitalorgans entlang bis zu den beiden Spritzkanälen des Phallus.

### Äußere Genitalorgane der Weibchen

Das kegelförmig zugespitzte Abdomen des Weibchens trägt an seinem Ende dorsal und ventral je vier in regelmäßigen Abständen nebeneinander liegende längere Haare. Der eigenartig gebaute herausstülpbare Legebohrer besteht aus zwei teleskopartig ineinander geschobenen Teilen: 1. einer äußeren mit einem dichten Besatz von Sägezähnen versehenen Röhre und 2. einem darin hin- und hergleitenden Tastorgan, an dem distal zwei mit einer Anzahl von Sinneshaaren versehene Platten eingelenkt sind. Die Form dieser Teile geht aus den Abbildungen hervor (Abbildungen 5a und b).

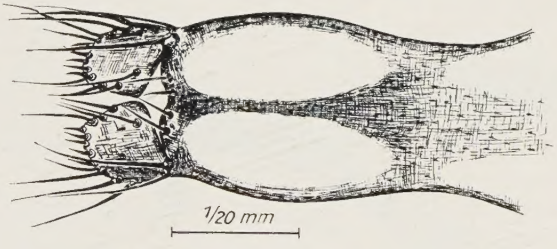



Abb. 5b. Äußere Genitalorgane des Weibchens, Tastorgan

### Innere Genitalorgane der Weibchen

Sie bestehen aus den Ovarien und den kugelförmigen, stark chitinisierten Rezeptakeln. Die Gänge der Rezeptakeln vereinigen sich scheinbar und münden kurz vor dem Übergang des Oviduktes in die Vagina. Der Ovidukt selbst, der aus den verschmolzenen Eiröhren gebildet wird, endet in die der Aufnahme des Legebohrers dienenden Tasche.

## Ei

Das gelblich-weiße Ei der Zwiebelminierfliege hat eine etwas langgestreckte, ellipsoide Form (Abb. 6). Seine Länge beträgt im Durchschnitt 0,31 mm und seine Breite 0,16 mm. Irgendwelche Strukturen sind auf der Eioberfläche nicht vorhanden.

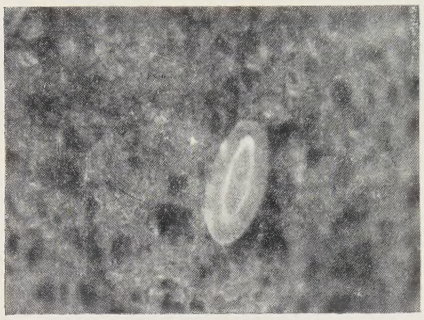


Abb. 6. Ei im Schlottengewebe (frei präpariert)

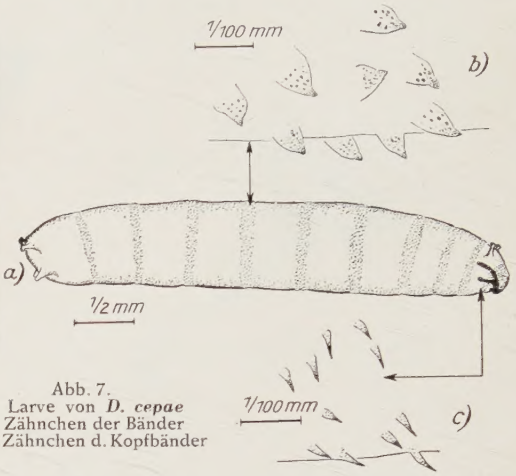



Abb. 7.
a) Larve von *D. cepae*
b) Zähnchen der Bänder
c) Zähnchen d. Kopfbänder

## Larve

Die fußlose Larve der Minierfliege (Abb. 7) hat eine walzenförmige Gestalt mit abgerundetem Hinterende und etwas spitzerem Vorderteil. Die Länge beträgt im Durchschnitt 2 mm und die Breite 0,58 mm. Wie bei allen Agromyziden besitzt die Larve ein Pharyngeal-Skelett, das sich nach den einzelnen Häutungen entsprechend vergrößert (Abb. 8). Ein morphologischer Unterschied der Pharyngeal-Skelette der einzelnen Stadien ist nicht vorhanden. Im einzelnen besteht dieses Skelett aus zwei nebeneinander liegenden mit je drei starken Haken versehenen Chitinplatten, die zum Zerreißen des Zellgewebes dienen. Durch Muskelstränge miteinander ver-

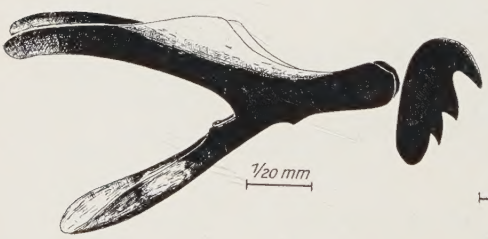



Abb. 8.
Pharyngealskelett der Larve, Seitenansicht

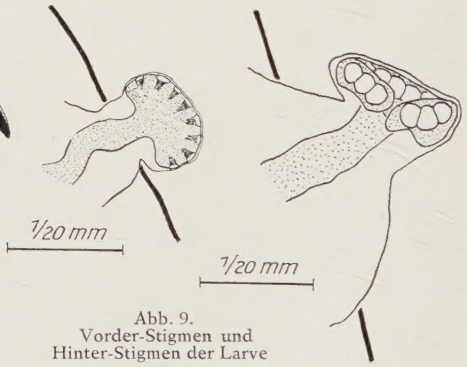



Abb. 9.
Vorder-Stigmen und Hinter-Stigmen der Larve

bunden, befindet sich dahinter ein stark chitinisiertes Gerüst, das im Verein mit verschiedenen Muskeln durch Druck und Zug die Mechanik der Nahrungsaufnahme gewährleistet. Die äußere Form dieses Gerüstes geht aus der in der Abbildung gegebenen Auf- und Seitenansicht hervor.

Auf der Dorsalseite des Kopfes sitzt ebenso wie am Hinterende der Larve je ein Stigmenpaar. Die Vorderstigmen besitzen auf der Oberseite des knopfförmig verbreiteten Stigmenträgers eine Anzahl nebeneinander liegender Atemlöcher (Abb. 9). Diese sind auch an den Hinterstigmen vorhanden. Jedoch ist hier die Anordnung etwas anders. Die in das knopfförmige Ende des Stigmenträgers hineinlaufende Trachee verbreitert sich ringförmig. Auf diesem Ringstück sitzen dann die dicht aufeinandergereihten, knospenförmigen Atemschlitze. Am Hinterende, ventral, sitzt noch ein zipfelförmiges paariges Organ von der Größe der Hinterstigmen. Es dürfte sich auch hier um ein Atemorgan handeln.

Die Oberfläche der Larvenhaut ist stark strukturiert. Es finden sich zwischen den 11 Segmenten 10 in regelmäßigen Abständen angeordnete Bänder, die aus Chitinzähnchen bestehen und mit Ausnahme des Kopfbandes eine kegelförmige Gestalt besitzen (Abb. 7). Die Zähnchen des Kopfbandes sind bedeutend kleiner und spitzer.

### Puparium und Puppe

Das braungelbe Puparium (Abb. 10), also die eingetrocknete und geschrumpfte Haut des letzten Larvenstadiums mit der darin eingeschlossenen Puppe der Zwiebelminierfliege, bietet morphologisch keine Besonderheiten. Die Stigmenträger sind am Puparium in den meisten Fällen z. T. noch zu erkennen. Das Puparium ist ventral abgeflacht und dorsal etwas gewölbt. Die Durchschnittsmaße und Durchschnittsgewichte der Herxheimer Type waren folgende: Länge des Puparium 1,83 mm, Breite des Puparium 0,78 mm, Durchschnittsgewicht des Puparium 0,0007 g. Vergleichsmessungen und Vergleichswägungen der Herxheimer und der Oggersheimer Type finden sich in der o. a. Mitteilung.

Abb. 10. Puparien

Abb. 11. Puppe

Die im Puparium befindliche Puppe (Abb. 11) besitzt keine besonderen Merkmale. Eine Bewaffnung ist nicht vorhanden. Der Kopf ist durch die vorstehende Stirnblase ausgezeichnet, die beim Schlüpfvorgang von Bedeutung ist.

## IV. Biologie

### Methodisches

Die Untersuchungen zur Lebensweise des Schädlings wurden im Laboratorium und während der Vegetationsperiode in den Hauptschadgebieten in Herxheim b. Landau und Ottersheim b. Landau durchgeführt. Für die meteorologischen Messungen standen 1938 in Herxheim 3 Bodenthermometer für 10, 20 und 30 cm Bodentiefe, ein Thermograph, ein Hygrograph, ein Verdunstungsmesser und ein Regenmesser zur Verfügung. 1939 wurden in Ottersheim die Messungen mit einem Regenmesser, einem Thermographen und einem Hygrographen durchgeführt.

Die Arbeiten in Herxheim dienten vor allem der Klärung des Flugverlaufes, der Eiablage und der Larvenentwicklung. Daneben wurden noch orientierende Bekämpfungsversuche unternommen. Da in Herxheim 1939 der Zwiebelanbau weitgehend reduziert wurde, mußten die Arbeiten nach Ottersheim b. Landau verlegt werden, wo vor allem Bekämpfungsversuche in größerem Maßstabe durchgeführt wurden.

## Imago

### Flugverlauf

Das Erscheinen der Zwiebelminierfliege ist äußerst abhängig von den Witterungsverhältnissen während des Schlüpfens. In der Regel sind die Fliegen vor Ende April, Anfang Mai noch nicht zu finden. Die Praxis bezeichnete den Mai als Hauptflugzeit. Um nun den tatsächlichen Flugverlauf (Männchen + Weibchen) festzustellen, wurde nach der Einheitsfangmethode verfahren. Die Auswertung des gefangenen Fliegenmaterials ergab nachstehende Tabelle (Tab. 1), in der auch die Temperatur- und Feuchtigkeitswerte eingetragen sind. Die graphische Darstellung zeigt Kurve 1. Betrachten wir zunächst den Verlauf des Gesamtfluges (Männchen + Weibchen). Der Flug beginnt mit dem 3. Mai und hält sich den ganzen Monat über auf einer niedrigen Höhe. Schlagartig setzt dann mit Beginn einer Schönwetterperiode Anfang Juni der Hauptflug ein, der bis zum 10. Juni außerordentlich hohe Zahlen aufweist und nach einem Minimum am 13. Juni

*Tabelle 1*

Flugverlauf Herxheim 1938

| Datum | Gesamtzahl d. Fliegen | Temperatur i. Grad C | Rel. Feuchte in % | Regenhöhe in mm |
|---|---|---|---|---|
| 3. 5. 38 | 1 | 13 | — | — |
| 5. 5. 38 | 1 | 13 | — | — |
| 7. 5. 38 | 6 | 17 | — | — |
| 10. 5. 38 | 48 | 15 | — | — |
| 12. 5. 38 | 40 | 16 | — | — |
| 14. 5. 38 | 40 | 21 | — | — |
| 16. 5. 38 | 49 | 21 | — | 3 |
| 18. 5. 38 | 49 | 16 | — | — |
| 20. 5. 38 | 50 | 10 | — | 13 |
| 23. 5. 38 | 87 | 11 | — | 7,5 |
| 25. 5. 38 | 66 | 14 | — | 6,5 |
| 28. 5. 38 | 151 | 16 | — | 5,5 |
| 31. 5. 38 | 160 | 14 | 73 | 6,9 |
| 3. 6. 38 | 517 | 17 | 60 | — |
| 6. 6. 38 | 1398 | 20 | 58 | 2,8 |
| 8. 6. 38 | 2287 | 23 | 49 | — |
| 10. 6. 38 | 1234 | 21 | 68 | 24 |
| 13. 6. 38 | 164 | 13 | 80 | 14 |
| 16. 6. 38 | 1050 | 15 | 73 | — |
| 18. 6. 38 | 412 | 16 | 70 | — |
| 20. 6. 38 | 464 | 21 | 63 | 1,5 |
| 22. 6. 38 | 504 | 21 | 63 | — |
| 24. 6. 38 | 648 | 22 | 59 | 0,5 |
| 27. 6. 38 | 313 | 22 | 60 | 1 |
| 29. 6. 38 | 74 | 18 | 64 | — |
| 1. 7. 38 | 141 | 17 | 75 | 5 |
| 4. 7. 38 | 102 | 15 | 86 | 23,5 |
| 6. 7. 38 | 119 | 15 | 85 | 16,5 |
| 9. 7. 38 | 84 | 19 | 72 | 9 |

*Tabelle 2.* Flugverlauf Ottersheim 1939

| Datum | Gesamtzahl d. Fliegen | Temperatur i. Grad C | Rel. Feuchte in % |
|---|---|---|---|
| 24. 5. 39 | 2 | 20 | 45 |
| 26. 5. 39 | 0 | 11 | 100 |
| 28. 5. 39 | 0 | 15 | 70 |
| 30. 5. 39 | 0 | 16 | 53 |
| 2. 6. 39 | 2 | 21 | 58 |
| 5. 6. 39 | 8 | 24 | 55 |
| 8. 6. 39 | 14 | 26 | 61 |
| 12. 6. 39 | 7 | 16 | 85 |
| 16. 6. 39 | 212 | 17 | 69 |
| 19. 6. 39 | 183 | 17 | 86 |
| 23. 6. 39 | 124 | 21 | 91 |
| 27. 6. 39 | 218 | 17 | 67 |
| 30. 6. 39 | 214 | 20 | 89 |
| 4. 7. 39 | 121 | 18 | 72 |
| 6. 7. 39 | 127 | 23 | 72 |
| 9. 7. 39 | 47 | 21 | 70 |
| 12. 7. 39 | 30 | 18 | 76 |

wieder ansteigt. Ende Juni sinkt der Flug endgültig ab, um mit der Ernte der Zwiebeln seinen Abschluß zu finden. In der graphischen Darstellung sind die meteorologischen Daten (rel. Feuchte, Lufttemperatur und Bodentemperatur in 10 cm Tiefe) eingetragen. Da der Hygrograph erst ab 31. Mai zur Verfügung stand, sind die Werte für rel. Feuchte erst ab 31. Mai eingetragen. Vergleichen wir nun die Kurve des Flugverlaufs mit denen der meteorologischen Werte, so ergibt sich folgendes:

Einem langsamen Ansteigen der Fliegenzahl entspricht ein Ansteigen der Lufttemperatur, jedoch ein Absinken der rel. Feuchtigkeit, so daß dem Flugmaximum am 8. Juni ein Temperaturmaximum und ein Feuchtigkeitsminimum entspricht. Genau umgekehrt verhalten sich die einzelnen Faktoren am 13. Juni. Dort war die Temperatur stark zurückgegangen und mit dieser auch der Flug. Die Feuchtigkeit war dagegen erheblich gestiegen. Betrachtet man vom 16. Juni ab weniger die einzelnen Werte sondern die Tendenz der einzelnen Kurven, d. h. Fallen oder Steigen, so ergeben sich die gleichen Beziehungen.

Wie weiter unten erläutert, beträgt die durchschnittliche Verpuppungstiefe 5—7 cm. Die Minimal- und Maximalwerte der Temperaturkurve des 10-cm-Bodenthermometers liegen um etwa zwei Tage vor den entsprechenden Werten der Kurve des Flugverlaufes. Es ist daher sehr wahrscheinlich, daß die Bodentemperatur in 10 cm Tiefe den Schlüpfvorgang und damit auch den Flugverlauf beeinflußt.

Der Flug der Fliegen in Ottersheim 1939 stimmt im wesentlichen mit dem von Herxheim überein (Tabelle 1 u. 2). Die feuchtkalte Witterung im Frühjahr 1939 verursachte eine anfängliche Verzögerung des Fluges um drei Wochen, die aber bald annähernd aufgeholt wurde. Die Beziehungen zwischen Flugverlauf und meteorologischen Daten sind die gleichen wie in Herxheim, wenn auch 1939 nicht derartig ausgeprägte Höchst- und Tiefstwerte vorhanden waren. Möglicherweise sind dies schon Auswirkungen des Zusammenbruches der Gradation, der nach mündlicher Mitteilung von Jancke in den folgenden Jahren eintrat.

Aus dem Flug- und Witterungsverlauf resultiert die Wechselbeziehung: Hohe Feuchtigkeit und tiefe Temperatur = Verringerung der Flugintensität.

Geringe Feuchtigkeit und hohe Temperatur = Erhöhung der Flugintensität.

### Flugdauer

Ebenso wie der Verlauf des Fluges richtet sich auch seine Dauer nach den herrschenden Witterungsverhältnissen. Die günstige Witterung Anfang Mai 1938 rief einen früheren Flugbeginn hervor als die naßkalte Witterung des Frühjahres 1939. Das Ende des Fluges wird durch die Zwiebelernte eingeleitet, dürfte sich aber noch bis in den Juli hinein erstrecken. Der Hauptflug hält regelmäßig etwa drei Wochen an. Im Jahre 1938 begann der Hauptflug am 2. 6. und endete am 24. 6., 1939 dagegen fiel der Anfangstermin des Hauptfluges auf den 14. 6. und sein Endtermin auf den 4. 7. Die ungünstigen Witterungsverhältnisse des Jahres 1939 verschoben also den Flug um etwa 14 Tage.

*Tabelle 3.* Flugverlauf der Geschlechter Herxheim 1938

| Datum | Zahl der Männchen | Zahl der Weibchen | Datum | Zahl der Männchen | Zahl der Weibchen |
|---|---|---|---|---|---|
| 3. 5. 38 | — | 1 | 8. 6. 38 | 98 | 845 |
| 5. 5. 38 | — | 2 | 13. 6. 38 | 10 | 154 |
| 10 5. 38 | 1 | 8 | 16. 6. 38 | 13 | 184 |
| 12. 5. 38 | 4 | 13 | 18. 6. 38 | 28 | 152 |
| 14. 5. 38 | 3 | 20 | 22. 6. 38 | 90 | 414 |
| 16. 5. 38 | 8 | 37 | 24. 6. 38 | 32 | 204 |
| 20. 5. 38 | — | 11 | 27. 6. 38 | 3 | 72 |
| 25. 5. 38 | 1 | 6 | 29. 6. 38 | 1 | 16 |
| 28. 5. 38 | 7 | 49 | 4. 7. 38 | 5 | 97 |
| 31. 5. 38 | 21 | 153 | 9. 7. 38 | 2 | 43 |
| 3. 6. 38 | 24 | 191 | | | |

### Flug der Geschlechter

Wie aus der Tabelle (3) ersichtlich ist, beginnt der Flug der Weibchen nur etwa sieben Tage vor dem der Männchen. Vergleicht man die Minima und Maxima des Flugverlaufes der Männchen mit denen der Weibchen, so entsprechen diese Werte einander auf den Tag. Der Anteil der Männchen am Flug betrug 1938 in Herxheim 8,3 % und 1939 in Ottersheim 8,1 %.

### Lebensdauer der Fliegen

Im Labor wurde in drei Fällen eine Lebensdauer der Weibchen bei Nahrungsaufnahme an den Schlotten von 14 Tagen und in vier Fällen von acht Tagen festgestellt.

### Nahrungsaufnahme der Fliegen

Die Weibchen der Zwiebelminierfliege nehmen während der ganzen Lebensdauer Nahrung auf. Die Nahrungsaufnahme geht folgendermaßen vor sich:

Die auf der Schlotte sitzende Fliege sticht mit ihrem Legebohrer ein Loch in die Schlottenepidermis. Der Legebohrer, der auf der Oberseite mit einer Anzahl feiner Sägezähnchen ausgestattet ist (s. Morphologie), tritt darauf vollständig aus der Abdominalöffnung heraus und wird durch das geschaffene Loch in das Zellgewebe der Schlotte gepreßt und sägend hereingedrückt und herausgezogen. Auf diese Weise wird zunächst eine unter der Epidermis im Pallisadengewebe liegende Längsrille geschaffen. Aus den zerrissenen Zellen tritt etwas Zellsaft aus dem Loch in der Epidermis heraus. Die Fliege saugt nicht immer gleich diesen Tropfen auf, sondern bewegt den voll ausgestülpten Legebohrer kreisförmig mit der Einstichöffnung als Kreismittelpunkt hin und her, wobei weitere Zellmassen zerrissen werden. Der dann ausfließende Saft wird vom Weibchen begierig aufgenommen. Dieser Vorgang wird sehr häufig wiederholt, so daß sich an den Schlottenspitzen ein weißer Punkt neben dem anderen befindet. In die zerstörten Zellen dringt Luft ein, so daß die Saugstelle weißlich erscheint (Abb. 12). Wasser in Form von Tautröpfchen scheinen die Weibchen nicht anzunehmen. Ein Objektträger wurde mit Wasser besprüht, in eine große Petrischale gelegt und ein Weibchen dazu gesetzt. Die Fliege kümmerte sich nicht um die Wassertröpfchen, sondern versuchte mit ihrem Legebohrer das Glas anzustechen. Die Fliege wurde darauf an eine Schlotte gesetzt, auf der ebenfalls win-

Abb. 12. Fraßstellen des Weibchens an Schlotten (Photo Roesler)

zige Wassertröpfchen als Tauimitation gespritzt waren. Ohne die Wassertröpfchen irgendwie zu beachten, begann das Weibchen sogleich zwischen den Wassertröpfchen ihren Legebohrer in die Epidermis zu stechen und den austretenden Saft aufzusaugen.

Aus dem Objektträger-Versuch geht ferner hervor, daß der durch das Nahrungsbedürfnis vorhandene Stech- und Saugreiz offenbar nicht durch irgendwelche Duftstoffe der Zwiebelschlotte ausgelöst wird, sondern durch die feste Unterlage.

Versuche der gleichen Art mit Männchen gelangen dagegen stets. Sie nahmen begierig die dargebotenen Wassertröpfchen auf bzw. saugten mehrere Minuten daran. Eine Nahrungsaufnahme entsprechend der der Weibchen findet naturgemäß nicht statt, da ja die Männchen keinen Bohrapparat besitzen.

Abb. 13. Eiablage in der Schlotte, a = von oben, b = im Längsschnitt

Kopula

Die Kopula wurde an im Laboratorium aus eingesammelten Puparien geschlüpften Fliegen beobachtet. Sie findet bald nach der Ausfärbung und vollständigen Erhärtung des Chitins statt. Das Männchen sitzt dem kopulationsbereiten Weibchen gegenüber und betastet dessen Fühler, springt dann auf das Abdomen des Weibchens, spreizt dessen Flügel auseinander und vollzieht die Begattung, die durchschnittlich 15—20 Minuten dauert. Eine Fortbewegung des Weibchens während des Begattungsaktes wurde nicht beobachtet. Nach der Kopula verharrt das Weibchen noch einige Zeit auf derselben Stelle. In den meisten Fällen findet die Kopula auf den Schlotten statt, ja die Schlotten werden geradezu aufgesucht.

Eiablage

In den sechs Ovariolen der frisch geschlüpften Weibchen befinden sich häufig schon zwei bis drei reife Eier, so daß die Eiablage bald nach dem Schlüpfen und der erfolgten Erhärtung des Chitins beginnt. Eine weitere Eireifung erfolgt successiv entsprechend der laufenden Nahrungsaufnahme und Eiablage.

Bei der Eiablage verfährt das Weibchen ähnlich wie bei der Nahrungsaufnahme, nur verbleibt bei der Eiablage das kreisförmige Hin- und Herbewegen des Legebohrers. Nachdem die Längsrille geschaffen ist, zieht das Weibchen den Bohrer heraus, verweilt kurze Zeit und drückt dann das kegelförmige Abdomen auf die Einstichöffnung, um das austretende Ei in die in das Schlottenparenchym gebohrte Längsrille zu pressen (Abb. 13).

Nach Isaev:

„... durchsticht die Imago die Oberfläche der Zwiebelschlotte und legt das Ei an der Innenseite der Schlotte ab. In der Mehrzahl werden zwei Eier, mitunter drei Eier, selten ein Ei abgelegt. Hauptsächlich werden die oberen Teile der Schlotten wegen der dünnen, weichen Epidermis für die Eiablage bevorzugt."

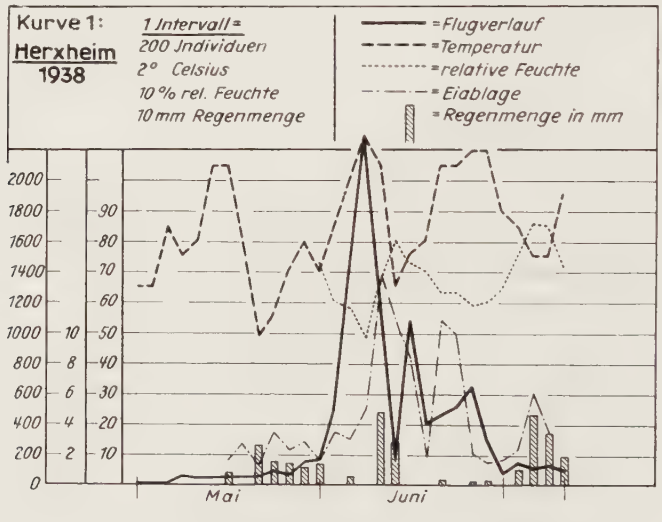
Isaev dürfte hier eine Verwechslung mit der Eiablage des Zwiebelrüßlers *Ceutorrhynchus suturalis* unterlaufen sein. Seine Schilderung der Eiablage stimmt völlig mit den von Jancke und Nietzke gemachten Beobachtungen zur Eiablage von *Ceutorrhynchus suturalis* überein. Die Zwiebelminierfliege legt jedoch nach den bisherigen Beobachtungen nie mehr als ein Ei in die vom Legeborer geschaffene Längsrinne unter der Epidermis.

Bei Auszählungen über die Menge der an einer Schlotte abgelegten Eier und zur Ermittlung der Lokalisation der Eiablage wurde in regelmäßigen Abständen von bestimmten Zwiebelfeldern eine feststehende Anzahl Schlotten gesammelt und diese im Laboratorium auf die Eiablage überprüft. Es wurden die Eier im 1. Drittel der Schlotte (= Spitzenteil), im 2. Drittel (= Mittelteil) und im 3. Drittel (= Basalteil) ausgezählt. Die Auswertung des Schlottenmaterials ergab nebenstehende Tabelle (4).

*Tabelle 4.* Eiablage Herxheim 1938 (Eiablage je 100 Schlotten pro Tag)

| Datum | Anzahl Eier | Datum | Anzahl Eier | Datum | Anzahl Eier | Datum | Anzahl Eier |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16. 5. 38 | 158 | 31. 5. 38 | 158 | 16. 6. 38 | 828 | 29. 6. 38 | 164 |
| 18. 5. 38 | 277 | 3. 6. 38 | 343 | 18. 6. 38 | 184 | 1. 7. 38 | 228 |
| 20. 5. 38 | 133 | 6. 6. 38 | 303 | 20. 6. 38 | 1080 | 3. 7. 38 | 604 |
| 23. 5. 38 | 353 | 8. 6. 38 | 501 | 22. 6. 38 | 998 | 6. 7. 38 | 332 |
| 25. 5. 38 | 233 | 10. 6. 38 | 1390 | 24. 6. 38 | 214 | | |
| 28. 5. 38 | 266 | 13. 6. 38 | 1063 | 27. 6. 38 | 144 | | |

Graphisch dargestellt ist für die Population Herxheim die anfänglich geringe Eiablage und ihr schlagartiges Anschwellen charakteristisch, das ebenso plötzlich wieder — mit Ausnahme eines nochmals erscheinenden




Gipfels — absinkt. Vergleichen wir die Kurve (Kurve 1) des Flugverlaufes des Jahres 1938 mit der der Eiablage, so ergibt sich daraus, daß Flughöhepunkt und Höhepunkt der Eiablage zeitlich nur wenig voneinander getrennt sind. Da die Fliege innerhalb weniger Tage ausgefärbt ist und kopuliert, um anschließend mit der Eiablage zu beginnen, kann nicht

angenommen werden, daß die Fliege einen ausgesprochenen Reifungsfraß vornimmt. Auch der bereits skizzierte anatomische Befund läßt diese Deutung zu. Die Durchschnittszahlen für die Eiablage an den einzelnen Schlottenteilen ergaben für:

| Herxheim 1938 | | Ottersheim 1939 | |
|---|---|---|---|
| im Spitzenteil | 62 Eier | im Spitzenteil | 300 Eier |
| im Mittelteil | 162 Eier | im Mittelteil | 473 Eier |
| im Basalteil | 168 Eier | im Basalteil | 963 Eier |
| insgesamt: | 392 Eier | insgesamt: | 1736 Eier |

auf je 100 Schlotten.

Aus den Zahlen geht hervor, daß die meisten Eier im Mittel- bzw. Basalteil abgelegt werden. Da die Weibchen den Spitzenteil der Schlotte für die Nahrungsaufnahme bevorzugen, dieser Teil — wie wir uns oft überzeugen konnten — daher schon zu welken begann, blieben Mittel- und Basalteil als günstigste Eiablagestelle übrig.

Die Zahl der je Weibchen abgelegten Eier konnte im Laboratorium nicht eindeutig geklärt werden, da die Haltung der Zwiebelminierfliege unter Laborbedingungen schwierig ist. In einem Falle betrug die Zahl der von einem Weibchen abgelegten Eier 27 Stück.

### Eientwicklung

Um die Dauer der Eientwicklung zu beobachten, wurden im Laboratorium geschlüpfte Fliegen an vorgetriebene Schlotten unter Glasglocken gesetzt. Nach erfolgter Kopulation und Eiablage wurden die Schlotten in einem Thermostaten mit 21° eingestellt. Nach 5—6 Tagen schlüpften die Larven. Unter Freilandbedingungen, bei denen zur Zeit der Eiablage ebenfalls eine Durchschnittstemperatur von etwa 22° herrscht, dürfte die Eientwicklung etwa 4—5 Tage dauern.

### Larvenentwicklung

Unter Laborbedingungen die Dauer der Larvenentwicklung festzustellen, war nicht möglich. Das zur Klärung der Dauer der Larvenentwicklung sowie zur Klärung der Zahl der Larvenstadien eingesammelte Material konnte unter den damaligen Verhältnissen nicht mehr bearbeitet werden. Da es jedoch über den Krieg gerettet und sichergestellt werden konnte, wird zu gegebener Zeit eine Bearbeitung und entsprechende Veröffentlichung erfolgen.

### Lebensweise der Larve

Die aus dem Ei schlüpfende Larve beginnt sogleich mit der Miniertätigkeit und frißt in der von dem Legebohrer des Weibchens geschaffenen Rinne aus weiter. Die anfangs kurzen, 1—2 mm langen und etwa 0,2 mm breiten Miniergänge werden mit zunehmendem Alter der Larve entsprechend länger und breiter. Minengänge älterer Larven, die sich über die ganze Länge der Schlotte ausdehnen und eine Breite von 1—2 mm aufweisen, sind keine Seltenheit. Diese typischen Gangminen (Abb. 14) verlaufen allerdings nicht immer von der Schlottenspitze senkrecht hinunter bis zur Schlottenbasis. Es kommen mehr oder minder gewundene Gänge mit Abzweigungen und Verästelungen ebenso häufig vor. Teilweise winden sich die Gänge von der Spitze der Schlotte schraubenförmig bis zur Basis der Schlotte. Ferner kann man beobachten, daß ein dünner Minengang

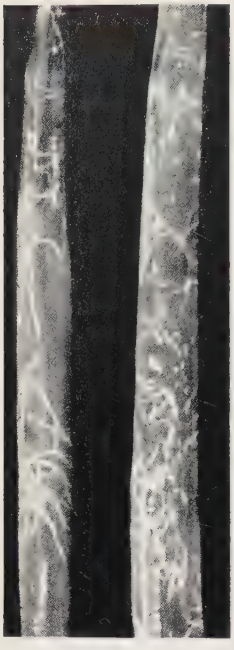


Abb. 14. Miniergänge der Larve in der Schlotte (Photo Roesler)

plötzlich aufhört. Präpariert man diesen Gang auf, so ist die Larve nicht darin zu finden. An einer anderen Stelle erscheint dann die etwas breitere Fortsetzung der Mine. Die Erklärung für diese Erscheinung ist folgende:

Die junge Larve vermag auch innerhalb der Schlotte selbst zu wandern. Die Art der Fortbewegung entspricht etwa dem bekannten „Springen" der Käsemaden. Die Minierfliegenlarven bohren sich im Innern der Schlotte aus der Mine heraus, „springen" im Schlotteninnern — meist — herunter und bohren sich dort wieder ein, wo sie durch das Springen hingelangt sind.

Platzminen, wie sie W. D. Eichler aus der Aschersleben-Calbenser Gegend beschrieben und abgebildet hat, fanden wir bei der Herxheimer und Ottersheimer Population nie, jedoch konnten wir diese bei der Oggersheimer Population feststellen. Aus schon o. a. Gründen war eine weitere Verfolgung dieser Frage nicht mehr möglich.

Im Laufe der Entwicklung fressen sich die Larven nach unten bis zur Schlottenbasis durch. Die verpuppungsreifen, etwa 2 mm langen Larven sitzen dann in großer Zahl in dem das Innere der Schlottenbasis auskleidenden Füllgewebe. Kurz vor der Verpuppung bohren sich die Larven nach außen, fallen zu Boden und kriechen in die Erde, um sich darin zum Puparium umzuwandeln. Die Umwandlung zum Puparium geht verhältnismäßig schnell vor sich. Nach unseren Beobachtungen waren von 146 Larven, die um 12 Uhr aus der Schlotte gekrochen waren, um 15 Uhr schon 32 % und um 19 Uhr weitere 68 % der Larven in Puparien umgewandelt. Der Vorgang geht folgendermaßen vor sich:

Die aus der Schlotte sich herausbohrenden Larven bleiben, nachdem sie erst noch einige Male „herumgesprungen" sind, ruhig liegen. Dann krümmen sie Vorder- und Hinterende gegeneinander, strecken sich wieder und wiederholen diesen Vorgang einige Male, um dann schließlich ruhig liegen zu bleiben. Innerhalb von durchschnittlich vier Stunden hatte sich unter häufiger Wiederholung des oben beschriebenen Vorganges die Umwandlung zum Puparium vollzogen. Das anfänglich hellgelbe Puparium dunkelt bald nach.

Um nun festzustellen, in welcher Tiefe sich die Puparien umwandeln, wurde folgender Versuch angestellt:

Auf die Oberfläche einer Anzahl von Blumentöpfen, die

1. mit feinerem, gelblichem Kies, durchfeuchtet
2. mit feinerem, gelblichem Kies, trocken
3. mit krümeliger Ackererde, durchfeuchtet
4. mit krümeliger Ackererde, trocken

zirka 15 cm hoch gefüllt waren, wurden je 250 verpuppungsreife Larven gelegt. Das Material 3 und 4 stammte aus dem Schadgebiet Herxheim. Nach einigen Tagen, in denen die Larven in den Boden gekrochen und sich

zum Puparium umgewandelt hatten, wurde von oben nach unten eine 1 cm starke Schicht nacheinander abgehoben und ausgeschlämmt. Das Resulat war folgendes:

| Material | Zahl d. umgew. Larven in .. cm Tiefe. | | | | | | Davon abgest. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1-3 cm | 3-5 cm | 5-7 cm | 7-9 cm | 9-11 cm | 11-12 cm | Larven |
| 1. Kies, durchf. | 129 | 18 | 4 | 1 | 0 | 0 | 98 |
| 2. Kies, trocken | 19 | 27 | 60 | 59 | 44 | 12 | 29 |
| 3. Ackererde, durchf. | 18 | 30 | 52 | 65 | 34 | 18 | 33 |
| 4. Ackererde, trocken | 26 | 47 | 75 | 21 | 9 | 2 | 70 |

Aus den Versuchen ergibt sich, daß die Hauptmenge der Larven in durchfeuchtetem Kies nicht tiefer als bis zu 3 cm eingedrungen war. In trockenem Kies dringen die Larven bis zu 7 cm ein. Der größte Teil der auf durchfeuchtete Ackererde gebrachten Larven wandelte sich in einer Tiefe von 7—9 cm um. In trockener Ackererde erreichten die Larven eine Tiefe von 5—7 cm. In einer Tiefe von 5—9 cm dürfte die optimale und auch im Freiland gültige Umwandlungstiefe liegen. Die Ursachen für die Unterschiede in der Umwandlungstiefe dürften wohl physikalischer Natur sein.

Die Umwandlung von der Larve zum Puparium im Boden geht etwas langsamer vor sich wie in einer offenen Schale. Sie betrug im Mittel etwa sieben Stunden. Selbstverständlich wandeln sich nicht alle Larven zu gleicher Zeit und in derselben Geschwindigkeit um. Diese Streuung in der Umwandlungsgeschwindigkeit macht sich auch in der Umwandlungstiefe bemerkbar. Die sich früher umwandelnden Larven werden in höheren Bodenschichten liegen und die sich später umwandelnden Larven tiefere Bodenschichten erreichen.

### Puparium und Puppe

Das Puparium enthält die eigentliche Puppe. Die Umwandlung über ein praepupales Stadium zur Puppe erfolgt noch im gleichen Jahre. Puparien, die im Juli 1939 eingesammelt wurden, enthielten Ende November, Mitte Dezember bereits die fertige Puppe. Nach der Überwinterung schlüpfen Anfang, Mitte Mai die Fliegen. Die winterliche Diapause kann offenbar nicht durch Wärme und Feuchtigkeit unterbrochen werden. Puppenmaterial, das vom Juli 1939 stammte und am 23. Oktober 1939 bei einer Temperatur von 20° und 26° sowie bei verschiedenen Feuchtigkeitsgraden gehalten wurde, ergab im November, Dezember nur sehr wenige Imagines.

Ein Überliegen der Puppen kommt vor. So schlüpfte aus Material, das Ende Juli, Anfang August 1938 in Herxheim gesammelt wurde, im September 1939 noch eine Anzahl Fliegen.

### Schlüpfvorgang

Das Puparium besitzt die bei allen Schizophoren vorhandene charakteristische Anordnung der am Vorderende befindlichen Sprengungsnähte: eine hinter dem 3. Segment verlaufende Kreisnaht und eine darauf senkrecht verlaufende Vertikalnaht. Die schlüpfreife Fliege sprengt mit Hilfe der prall gefüllten Stirnblase einen durch die Sprengungsnähte bedingten Sektor des Puparium ab und kriecht heraus. Mit einem Binokular wurde der Schlüpfvorgang und das Hervorkriechen aus dem Boden beobachtet.

Die Fliege preßt die Stirnblase zwischen die Sandkörnchen, füllt sie prall und kann, da der Kopf jetzt festgekeilt ist, den übrigen Körper nachziehen. Der Inhalt der Stirnblase fließt darauf zurück und der Vorgang wiederholt sich, bis die Fliege die Erdoberfläche erreicht hat. Hier färbt sich die Fliege dann aus, die Stirnblase trocknet ein und das Chitin erhärtet vollständig. Wichtig und bemerkenswert dabei ist, daß die Fliege positiv phototaktisch ist. Um eine möglichst große Zahl geschlüpfter Fliegen zu erhalten, wurde ein Insektenkäfig mit einer Bodenschicht Erde beschickt, die Puparien dazu gegeben und wieder mit Erde bedeckt. Die Holzrückwand des Käfigs wurde mit einer gleichmäßigen, schachbrettartigen Anordnung von Löchern versehen. In die Löcher wurden Röhrchen gesteckt, deren nach außen ragendes Ende mit einem Wattebausch abgedichtet wurde. In den jeweils am hellsten beleuchteten Röhrchen sammelten sich die meisten Fliegen.

### Parasiten

Als Parasiten der Zwiebelminierfliege wurden die Chalzidide *Halticoptera patellana* Dall. und die Cynipide *Microstilba bidentata* Först. (Abb. 15) festgestellt. Für letztere ist in der mir erreichbaren Literatur noch kein Wirt angegeben, so daß möglicherweise *Dizygomyca cepae* als erstmalig festgestellter Wirt gelten könnte. Die Biologie und Morphologie der beiden Parasiten ist bereits von mir veröffentlicht. Häufig wurde an den Imagines die Larve einer Milbe gefunden, die Graf Vitzthum als *Trombidium holosericeum* L. bestimmte. Größere Bedeutung ist diesem Ektoparasiten nicht beizumessen. Anders bei *Halticoptera* und *Microstilba*, die an dem Zusammenbrechen der Gradation 1939 erheblichen Anteil hatten (s. o. erw. Arbeit).

Abb. 15.
*Microstilba bidentata* Först. Weibchen

## V. Befall und Schaden

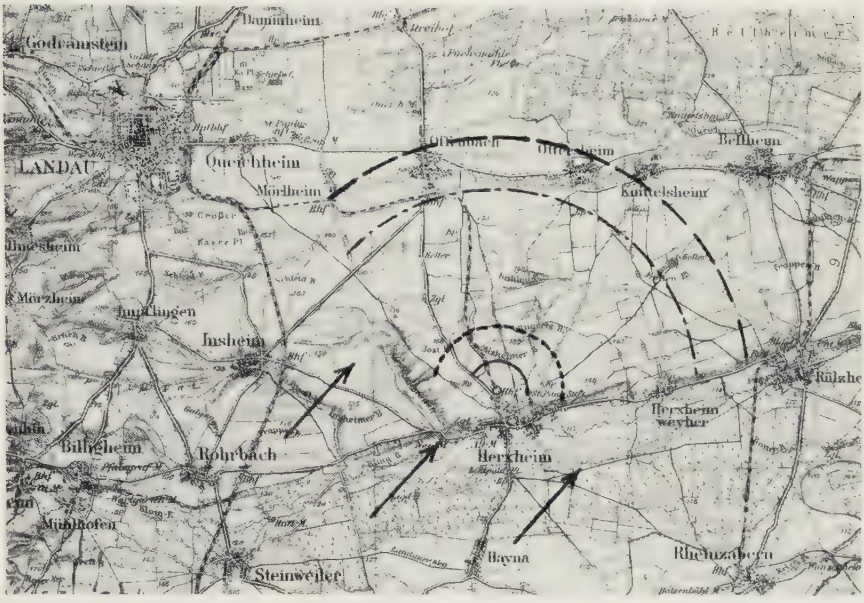
### Ausbreitung des Befalls

Die Feststellungen über die Ausbreitung von *Dizygomyca cepae* ergaben, daß von dem Zentrum Bahnhof Herxheim die Ausbreitung 1928 (s. Karte 1) von Südwest nach Nordost mit einem Radius von ½ km erfolgte. 1929 erfolgte die Ausbreitung im gleichen Sektor mit einem Radius von ca. 1,5 km; 1931 betrug der Radius bereits 4 km, um 1937 sich auf etwa 6 km zu erweitern. Betrachtet man die Windhäufigkeit 1938 — die im übrigen den Normalwerten im großen und ganzen entspricht — so ist klar daraus ersichtlich, daß die einseitige Ausbreitung hauptsächlich der herrschenden Südwestrichtung zu verdanken ist.

### Befallstärke

Um die Befallstärke festzustellen, wurden im Jahre 1938 im Hauptschadgebiet in Herxheim bei Landau Bonitierungen vorgenommen. Es wurden bewertet als:

Befallstärke 1: Befallspuren, 2—3 Minengänge. Kein Schaden.
Befallstärke 2: Leichter Befall, 5—10 Minengänge. Schaden tragbar.




Karte 1. Ausbreitung von *Dizygomyca cepae* in den Jahren:
—— 1928, - - - 1929, — · — · — 1931, — — — 1937

Befallstärke 3: Mittlerer Befall, über 10 Minengänge. Stark verringerter Ertrag.

Befallstärke 4: Starker Befall, Minengänge nicht zählbar. Völliger Ertragsausfall.

Das Ergebnis der Auszählungen von 51 Feldern war folgendes:

| Bewertungsziffer: | Befallene Felder: in % |
|---|---|
| 1 | 16 |
| 2 | 31 |
| 3 | 24 |
| 4 | 29 |

Stellen wir die vier Gruppen der Befallstärke nach ihren praktischen Auswirkungen zusammen, so ergibt sich, daß bei 47 % der Felder der Schaden noch wirtschaftlich tragbar war. Starke Ertragsminderung bis zur völligen Mißernte (Bewertungsziffer 3 und 4) trat bei 53 % der Felder ein.

Bei einer Steckzwiebel-Anbaufläche von 42 ha in Herxheim 1938 fielen somit 22,6 ha durch Ertragsminderung praktisch aus. Bei einem Durchschnittsertrag von 600 Ztr./ha gingen 13 560 Ztr. mit einem damaligen Wert von RM 81 360,— der Gemeinde Herxheim verloren.

## Ursache der Schadwirkung

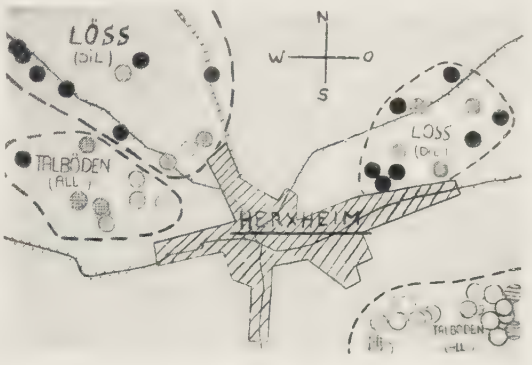
Der Ausfall der Zwiebelernte bei starkem Befall wird weniger verursacht durch die Saugtätigkeit der Fliege als vielmehr durch die Fraßtätigkeit der Larven.

Die Fliege wird durch ihre häufige Nahrungsaufnahme nur den aus dem Samen gezogenen jungen Sämlingen gefährlich. Die kleinen Schlotten sind nur wenige Millimeter dick, so daß drei Saugstellen der Fliege schon den ganzen Umfang der jungen Schlotte einnehmen. In diesem Falle tritt eine Stockung im Austausch der Assimilationsprodukte ein. Außerdem verdunstet die Schlotte durch das zerstörte Gewebe bedeutend größere Mengen Wasser als unter normalen Verhältnissen. Es tritt bald ein von den Spitzen abwärts gehendes Welken ein, was bei trockener Witterung in erstaunlich kurzer Zeit erfolgt. Innerhalb weniger Tage ist von dem üppigen Grün der Sämlingsfelder nichts mehr zu sehen. Beachtlich ist jedoch das Regenerationsvermögen der Sämlinge. Folgt auf diesem ersten Schlottenverlust regenreiches Wetter, so sind in 3—4 Tagen aus dem schon entstandenen kleinen Zwiebelknollenansatz wieder frische Schlotten ausgeschlagen. Eine zweite Beschädigung durch das Saugen der Fliegen halten die jungen Sämlinge jedoch nicht mehr aus. Die Keimkraft der jungen Zwiebel ist erschöpft, die Pflanzen gehen unweigerlich zugrunde.

Abb. 16. Von der Zwiebelminierfliege *(Dizygomyca cepae* Her.) stark geschädigte Zwiebelfelder b) u. c). Gesundes Zwiebelfeld a).

Der Schaden an den Steckzwiebeln ist durch die Saugtätigkeit der Fliege nicht so erheblich, obgleich auch hier ein Welken, allerdings nur der Spitzen, eintritt. Die restliche Assimilationsfläche ist noch groß genug. Die Zwiebelknolle besitzt naturgemäß viel größere Reserven zur Ausbildung neuer Schlotten als der Sämling. Die Katastrophe setzt erst ein, wenn eine größere Zahl Larven geschlüpft ist. Die Miniertätigkeit, verbunden mit der Nahrungsaufnahme, vernichtet große Mengen Parenchym. Durchnagte Gefäßbündel verhindern den Austausch der Nährsalze und Assimilationsprodukte. Die Lücken im Parenchym rufen als Stellen größeren Feuchtigkeitsgefälles erhöhte Verdunstung hervor. In dem Maße,

wie die Schlotte transpiriert, kann sie aus dem Boden den Verlust nicht decken. Die Folge ist ein vorzeitiges Welken, das um so schneller vor sich geht, je mehr Larven ihrer zerstörenden Tätigkeit nachgehen (Abb. 16). Wird schon eine Verringerung des Wachstums der Zwiebelknolle durch die Tätigkeit der Larven mittleren Stadiums hervorgerufen, so ist dies bei den Larven, die kurz vor der Verpuppung stehen, noch mehr der Fall. In diesem Stadium sitzen die Larven dicht gedrängt an dem fleischigen Teil der Schlottenbasis. Dieses Stadium fällt mit dem Zeitpunkt zusammen, in dem der ganze Saftstrom von den Schlotten abwärts in die Knolle führt. Schneidet man zu dieser Zeit die Schlotten in der Höhe des Schlottenhalses ab, so strömt aus der Schnittstelle ein dicker, weißer Saft heraus, der die Aufbaustoffe der Zwiebel enthält. Die in der Schlottenbasis sitzenden Larven verhindern durch ihre Tätigkeit das Abwärtswandern diese Reservestoffe. Somit werden der Zwiebelknolle zum zweiten Male die zu ihrem völligen Ausreifen notwendigen Stoffe entzogen. Die Folge ist eine kleine, ertragslose Zwiebel, die oft kaum größer ist als die anfangs benutzte Steckzwiebel.




Karte 2. Befallslage und geolog. Verhältnisse

## Geologie des Befallsgebietes und Schadwirkungsunterschiede

Nach den Auszählungen und unseren sonstigen Beobachtungen war der Befall nicht überall gleichmäßig und dementsprechend die Schadwirkung verschieden. Die geologischen Verhältnisse des Befallsgebietes sind dabei nicht ohne Einfluß. Auf einer Karte 1 : 2500 der Gemeinde Herxheim (Karte 2) haben wir die untersuchten Felder als Kreise eingetragen, wobei die Unterschiede in der Befallstärke durch verschiedene Signatur gekennzeichnet sind: weißer Kreis = Bewertungsziffer 1, einfach schraffierter Kreis = Bewertungsziffer 2, doppelt schraffierter Kreis = Bewertungsziffer 3 und schwarzer Kreis = Bewertungsziffer 4. Es zeigte sich eine Anhäufung von starkem Befall und mittlerem Befall zu einer bestimmten Gruppe und ebenfalls eine Gruppierung von schwachem und schwächstem Befall. Beide Gruppen sind auf der Karte durch gestrichelte Linien begrenzt. Vergleicht man die Lage dieser Gruppen mit den geologischen Verhältnissen, so ergibt sich eine recht interessante Tatsache: die beiden Gruppen starken und mittleren Befalles liegen in diluvialen Löß- bzw. Lößlehmböden. Diese Böden ziehen in einem breiten Streifen von Sonderheim am Rhein durch den von Ost nach West ziehenden Streifen diluvialer Sande und Gerölle in der Höhe von Offenbach—Ottersheim. Die südliche Grenze wird gebildet durch die von Rülzheim a. Rhein nach Herxheimweyher—Herxheim—Rohrbach—Billigheim verlaufenden Talböden, die zumeist aus alluvialen Sanden bestehen. Auch der zum Klingbach bei Herx-

heim führende Schambach westlich von Herxheim bildet mit seinem Tal einen Teil alluvialer Sande. In diesen Sanden liegen die beiden Gruppen der Felder mit geringem und schwächstem Befall. Die gleiche Beobachtung machten wir 1939 in Ottersheim. Auch hier war der Befall der Felder auf den aus alluvialen Sanden bestehenden Talböden nördlich von Ottersheim weitaus schwächer als auf den Feldern der im Süden von Ottersheim liegenden Lößlehmböden. Eine weitere Bestätigung dieser Beobachtung lieferte uns eine Besichtigungsfahrt 1939 der am Rhein zwischen Hördt und Speyer liegenden Zwiebelanbaugebiete. Die Felder lagen auch hier wieder auf den alluvialen Sanden und wiesen einen äußerst schwachen Befall auf.

Die verschiedene Auswirkung der Fraßschäden auf den Feldern mit Lößlehmboden und auf den sandigen Talböden dürfte im Zusammenhang mit den dadurch bestehenden verschiedenen Wachstumsbedingungen der Zwiebeln einerseits und den andererseits dadurch bedingten Unterschieden im Entwicklungsgang der Larven seine Erklärung finden. Auf den höher gelegenen und damit im Durchschnitt wärmeren und trockeneren Lößlehmböden geht die Entwicklung der Larven etwas schneller vor sich, sie gelangen noch vor der endgültigen Ausreifung der Zwiebeln in den Schlottenansatz, wodurch sie den abwärtsgehenden Saftstrom hemmen und die Ausreifung stören bzw. unterbinden. Mit der schnelleren Entwicklung gelangt die Larve noch vor dem austrocknenden Erntewetter in den Boden und kann sich bis zur optimalen Verpuppungstiefe einbohren. Infolge der optimalen Lebensbedingungen der Fliege sind die Voraussetzungen für einen Massenwechsel günstiger. Im Gegensatz dazu sind die Voraussetzungen für eine Gradation auf den tiefer gelegenen, sandigen Talböden ungünstiger. Die Entwicklungsdauer der Larven ist auf diesen im Durchschnitt kälteren Böden eine längere. Wir fanden die Platzminen in größerer Zahl auf den Feldern in Oggersheim erst, als die Entwicklung der Zwiebeln in Herxheim schon zusammengebrochen war. Da in Oggersheim die der Calbenser Type analoge Oggersheimer Type in weitaus stärkerem Maße vertreten war als die Herxheimer Type, mag der Unterschied im Entwicklungsgang auch biotypisch begründet sein. Jedenfalls trat der gefährliche Fraß an der Schlottenbasis erst nach der Ausreifung der Zwiebelknollen auf. Das Einbohren der Larven wurde durch das austrocknende Erntewetter und den damit verkrusteten Boden erschwert. Ein Teil der Larven gelangte nicht mehr in die optimale Verpuppungstiefe. Die Voraussetzungen für einen Massenwechsel im nächsten Jahre sind also ungünstiger. Auch für die Entwicklung der Zwiebel selbst sind die Bedingungen auf den Talböden bei stärkerem Befall günstiger als auf den höher gelegenen Lößlehmböden. In den während des Zwiebelwachstums feuchteren Talböden (Nebelbildung) kann die durch die Beschädigungen verdunstete Feuchtigkeit viel eher wieder ersetzt werden als auf den trockneren Lößlehmböden; einschränkend sei jedoch betont, daß vorstehende Ansichten zunächst als Arbeitshypothese gedacht sind, deren Nachprüfung bzw. Bestätigung noch aussteht. Die seinerzeit eintretenden Verhältnisse gestatteten dies nicht.

## VI. Bekämpfung

Die Praxis vertrat die Ansicht, daß bei Aussetzen des Zwiebelanbaues auf mehrere Jahre der Zwiebelminierfliege die Lebensmöglichkeiten entzogen würden. Nach mündlicher Mitteilung von Tempel und eigenen Be-

obachtungen (s. auch die Beobachtungen von Mühle) nimmt jedoch die Zwiebelminierfliege auch an wilden Allium-Arten Nahrung auf. Selbst ihre Eier und Larven wurden daran gefunden. Bei einem Aussetzen des Zwiebelanbaues würde die Erhaltung des Schädlings daher trotzdem gesichert sein.

Die 1938 und 1939 durchgeführten Bekämpfungsversuche haben angesichts der heute vorhandenen organisch-synthetischen Insektizide nur noch historische Bedeutung. Es kann daher auf die Mitteilung dieser Versuchsreihen verzichtet werden. Es steht wohl außer Zweifel, daß mit Hilfe der neuen Insektizide die Bekämpfung der Zwiebelminierfliege sehr erfolgversprechend sein dürfte.

## Zusammenfassung

1. Die durch den Befall mit *Dizygomyca cepae* Her. verschlechterte Anbaulage im rheinpfälzischen Steckzwiebel-Anbaugebiet wird beschrieben.

2. *Dizygomyca cepae* wurde bisher aus dem Rostow-Distrikt (UdSSR), Calbe a. d. Saale, Leipzig und aus der Rheinpfalz bekannt.

3. Es wird die Morphologie von Imago, Ei, Larve, Puparium und Puppe beschrieben. Dabei stellte es sich heraus, daß die Type von Calbe nicht mit der Type von Herxheim übereinstimmt. Die in Oggersheim gefundene Population entspricht dem Calbenser Material.

4. Der Flug von *Dizygomyca cepae* beginnt Anfang bis Mitte Mai, erreicht seinen Höhepunkt Anfang bis Mitte Juni und erlischt praktisch mit der Zwiebelernte Anfang Juli. Eine Protandrie wurde nicht beobachtet. Da kurz nach dem Schlüpfen die Weibchen in den Ovariolen bereits legereife Eier haben, ist ein Reifungsfraß im üblichen Sinne nicht erforderlich. Schon 2—4 Tage nach dem Schlüpfen beginnt das Weibchen — nach erfolgter Kopulation — mit der Eiablage. Die Kurve des Flugverlaufs läuft in einem Abstand von 2—4 Tagen mit der des Eiablage-Verlaufes nahezu parallel.

Die Eier werden einzeln unter die Epidermis in ein vom Weibchen in die Schlotte gebohrtes Loch gelegt. Ei- und Larvenentwicklung weisen keine Besonderheiten auf. Zur Umwandlung in das Puparium wandern die Larven aus dem Schlottenteil in den Boden. Die Umwandlungstiefe liegt zwischen 5 und 9 cm.

Als Parasiten sind *Halticoptera patellana* Dall. (Chalcidide) und *Microstilba bidentata* Först. (Eucoiline) bemerkenswert. *H. patellana* ist in der Lage, den Massenwechsel von *Dizygomyca cepae* empfindlich zu stören. Die Entwicklung der Parasiten geht im Körper der Dizygomyca-Larven vor sich.

5. Der Ausgangs- und Mittelpunkt des Befalls ist der Bahnhof Herxheim. Durch günstige Windverhältnisse ist der Befall von Jahr zu Jahr nach Nordosten zu stärker geworden. Der Befall ist je nach den geologischen Bodenverhältnissen verschieden, und zwar ist er stärker auf den höher gelegenen Lößlehmböden und schwächer auf den alluvialen Sandböden. Der Schaden wird einmal hervorgerufen durch die Störung bzw. Verhinderung der Assimilation durch die Miniertätigkeit der Larven und zum andern durch erhöhte Transpiration der befallenen Pflanze. Dies geht bei starkem Befall so weit, daß der Wasserhaushalt völlig gestört ist und die Zwiebeln vorzeitig welken. Ferner befinden sich die Larven zur Zeit des für das Wachstum der Knolle notwendigen abwärts gerichteten Säfte-

stroms im Basalteil der Schlotte. Damit wird durch Zerstörung der Gefäßbündel der Saftstrom unterbunden und das Wachstum der Knolle verhindert. Der Ernteausfall belief sich für die Gemeinde Herxheim im Jahre 1938 auf 13 560 Ztr.

6. Eine Bekämpfung mit den neuzeitlichen Insektiziden dürfte keine Schwierigkeiten bedeuten.

## Literaturverzeichnis

Eichler, W. D., Zwiebelminierschädlinge in Mitteldeutschland (1949). Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst Jg. 4, März/April 50, Heft 3/4.

Geiger, R., Das Klima der bodennahen Luftschicht. 1942. Verl. Vieweg & Sohn, Braunschweig.

Hendel, Dipteren, allgem. Teil. In: Dahl, Tierwelt Deutschlands.

Hering, Agromycidae. In: Dahl, Tierwelt Deutschlands.

Jancke, O. und Nietzke, G., *Ceutorrhynchus suturalis* Fabr., ein wenig bekannter Zwiebelschädling. Ztschr. f. angew. Entom. Bd. XXVI, Aug. 39, Heft 2.

Nietzke, G., Wie steht es um die Zwiebelminierfliege? Wochenblatt d. Landesbauernschaft Saarpfalz, Folge 15, 1939.

— — Die Parasiten der Zwiebelminierfliege (*Dizygomyca cepae* Her.). Ztschr. f. angew. Entom. Bd. XXVII, April 40, Heft 1.

— — Rassendifferenzierung bei *Dizygomyca cepae* Her. (Vorläufige Mitteilung). Archiv f. Hydrobiologie, Bd. XI — Aug. Thienemann-Festband 43, Heft 1.

Stellwaag, O., Zwiebelschädlinge in der Südpfalz. „Landauer Anzeiger" v. 4. 7. 31.

Sprengel, L., Eine Minierfliege als Zwiebelschädling in der Bayerischen Rheinpfalz. „Der Obst- und Gemüsebau". 77. Jg. Heft 10, Okt. 1931.

Oberbergbauamt München (1934), Geolog. Übersichtskarte d. Rheinpfalz.

*Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel*
*und der Bezirksstelle für Pflanzenschutz Kappeln*

# Die Bedeutung der Drehherzmücke *(Contarinia nasturtii* Kieffer*)* für den Kohlrübenanbau unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Schleswig-Holstein

Von

Hans Hornig, Kiel

*Mit 13 Abbildungen*

Inhaltsverzeichnis: I. Einleitung. — II. Morphologie. — III. Lebensweise. — 1. Eiablage und Embryonalentwicklung. — 2. Zeit des aktiven Larvallebens. — 3. Kokonbildung und Verpuppung. — 4. Erscheinen der Mücken und ihr Imaginalleben. — IV. Generationen und Massenwechsel. — 1. Allgemeines. — 2. Generationsverlauf 1951. — 3. Generationsverlauf 1952. — 4. Massenwechsel. — V. Geographische und regionale Verbreitung. — VI. Schadbild und Fäule. — VII. Andere Tiere in der Lebensgemeinschaft des Kohlrübenfeldes. — VIII. Sortenunterschiede. — IX. Abwehrmaßnahmen. — 1. Allgemeines — 2. Kulturmaßnahmen. — 3. Bekämpfung mit chemischen Mitteln und Warndienst. — X. Zusammenfassung. — Literaturverzeichnis.

## I. Einleitung

Im Winter 1949/50 wurde bei Arbeitstagungen landwirtschaftlicher Kreise und in der Fachpresse über den in den letzten Jahren, besonders 1949, beobachteten Ertragsrückgang im Kohlrübenbau Schleswig-Holsteins diskutiert. Zahlreiche Praktiker entschlossen sich, die für die Milchwirtschaft so wichtige Futterpflanze aufzugeben.

Neben den gebietsweise auftretenden Ausfällen durch die Kohlrüben-Kräuselkrankheit (Virus), die Kohlhernie und den Befall durch Kohlfliegen konnte von mir 1949 vor allem auf den Grundmoräneböden der Kreise Flensburg, Schleswig und Eckernförde außerordentlich starker Befall durch *Contarinia nasturtii* Kieffer festgestellt werden. Nicht selten waren Felder dabei, auf denen als Folge des Drehherzmückenschadens mehr als 50% der Kohlrüben bis tief in den Körper hinein verfault waren.

Wenn auch die Ausfälle nicht in jedem Jahr ein derartiges Ausmaß annehmen wie 1949, wird doch in den meisten Vegetationsperioden mit dem Schädling zu rechnen sein, so daß seine Kenntnis und Kontrolle auch für den Kohlrübenanbau Beachtung verdienen.

Verschiedene Forscher haben sich bereits mit Fragen der Biologie, des Massenwechsels und der Bekämpfung von *Contarinia nasturtii* befaßt. Dabei stand aber bis auf wenige Ausnahmen der Kohl im Mittelpunkt der Betrachtung. Gerade der Kohlrübenanbau jedoch, über dessen Schädigung durch *Contarinia* weniger bekannt ist, hat erhebliche Besonderheiten, vor allem im Hinblick auf die Bekämpfungsmaßnahmen aufzuweisen. Außerdem erschien es mir notwendig, Fragen der Lebensgeschichte, des Massenwechsels und der regionalen Verbreitung für schleswig-holsteinische Ver-

hältnisse näher zu prüfen. Darüber hinaus sollen neue Beiträge zur Sortenanfälligkeit, Vorbeugung des Befalls und Bekämpfung bei wirtschaftlicher Tragbarkeit geliefert werden.

Den Herren Professor Dr. W. TISCHLER und Oberregierungs- und Oberlandwirtschaftsrat Dr. W. EXT sage ich für die mir freundlichst gegebenen Anregungen und für die mir zuteil gewordene Förderung ergebensten Dank.

Abb. 1a. *Contarinia nasturtii* Kieff.; Männchen (160fach vergr.). Abb. 1b. Weibchen (166fach vergr.)

## II. Morphologie

Es besteht heute kein Zweifel mehr darüber, daß die an den verschiedenen Brassica-Arten und anderen Cruciferen vorkommenden, Gallen oder gallenähnliche Gebilde verursachenden Mücken zur Art *Contarinia nasturtii* Kieffer gehören. Ihre Identität mit *C. torquens* de Meijere und *C. geisenheyneri* Rübsamen ist inzwischen von BARNES (1950) durch entsprechende Kreuzungen nachgewiesen worden. Es treffen deshalb die von

Abb. 2a. Fühlerspitze von *Contarinia nasturtii* Kieff.; Männchen (links) und *Contarinia tritici* Kirby Männchen (rechts) — schematisch. Abb. 2b. *Contarinia nasturtii* Kieff.; erstes und zweites Fühlerglied vom Männchen. Abb. 2c. Fühlerspitze von *Contarinia tritici* Kirby; Weibchen (links) und *Contarinia nasturtii* Kieff.; Weibchen (rechts)

Noll, Roesler und Benner (1942) gebrachten Beschreibungen der einzelnen Entwicklungsstadien im wesentlichen auch für die von mir untersuchten Stücke zu. Für diese Untersuchungen standen ausreichendes Ei- und Larvenmaterial sowie etwa 1000 Imagines zur Verfügung.

Das Männchen (Abb. 1a) ist etwa 1,5 mm groß. Die Fühlergeißel (Abb. 2a) besteht aus 12 Gliedern. Die beiden untersten (Abb. 2b) haben länglichrunde Knoten, die zum distalen Gliedende kürzer werden. Die Trennungslinie zwischen ihnen ist aber nur sehr undeutlich erkennbar. Die zehn übrigen Glieder tragen je einen zur Fühlerspitze etwas konisch verlaufen-

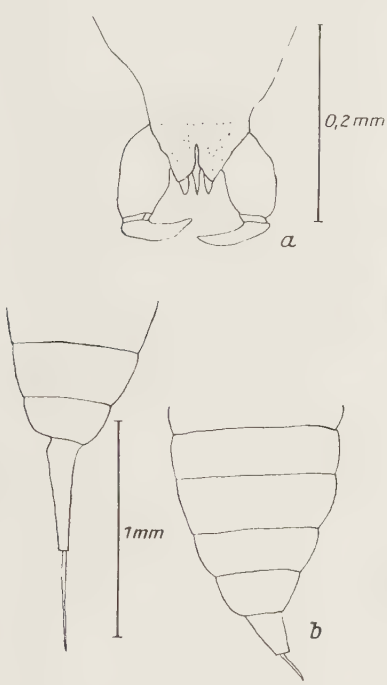



Abb. 3a. *Contarinia nasturtii* Kieff.; männlicher Genitalapparat (von unten gesehen, vordere Lamelle punktiert). Abb. 3b. Weibliches Abdomen mit Legeröhre (unterschiedlich weit ausgestreckt)

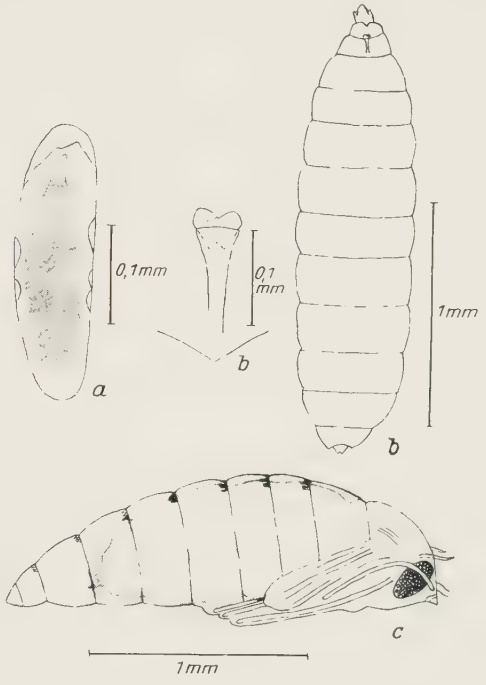



Abb. 4a. *Contarinia nasturtii* Kieff.; Ei mit durchscheinendem Embryo. Abb. 4b. Larve und Brustbein. Abb. 4c. Puppe

den, zur Fühlerbasis abgeplatteten Knoten, der meist ein wenig länger als breit ist, und distal einen länglichrunden Knoten. Der vorderste ovale Knoten trägt einen kleinen Fortsatz, der an der Basis nicht oder nur ganz schwach behaart ist. Die proximalen Stiele der 12 Glieder sind kürzer als die distalen. Der Thorax ist braun bis dunkelbraun gefärbt und setzt sich in der Ausfärbung deutlich von dem gelblichgrünen, meist aber schmutzig lehmgelben Abdomen ab. Letzteres zeigt mehr oder weniger intensiv ausgeprägt auf jedem Segment dorsale und ventrale Querbinden. Die vordere Lamelle des Genitalapparates (Abb. 3a) ist beidseitig nach innen abgeschrägt. Sie ähnelt demnach der von Noll u. a. (1942) für Hederichtiere beschriebenen.

Das Weibchen (Abb. 1b) ist etwas größer als das Männchen und mißt 1,5 bis 2 mm. Der Thorax ist weniger stark bräunlich ausgefärbt. Das Ab-

domen ist meist gelblichgrün und hat ebenfalls dorsal und ventral die Querbinden.

Die Größe der Eier (Abb. 4a) schwankt zwischen 250 bis 290 $\mu$.

Die Larven (Abb. 4b) sind nach dem Schlupf glasklar. Schon bei Lupenbetrachtung lassen sie sich von den Eiern durch die rauhe Oberfläche unterscheiden. Das für Gallmückenlarven typische Brustbein (Abb. 4b) konnte bei mikroskopischer Betrachtung bei den jungen Larven nicht festgestellt werden, ist bei den älteren Stadien aber immer vorhanden. Seine Funktion ist bisher nicht bekannt. Möglicherweise wird der eigentümliche Apparat, da er vom Körper etwas absteht, als eine Art Raspel zur Öffnung der Kutikula verwandt. Die Larven verlieren allmählich das glasklare Aussehen und nehmen bis auf einen „Aalstrich", der zunächst noch glasklar bleibt, milchigweiße, später mehr oder weniger starke Gelbfärbung an. Diese gelbliche Ausfärbung kann so intensiv sein, daß die Larven von den Kohlrüben sich von solchen aus Blütengallen hinsichtlich der Farbe nicht unterscheiden. Vor allem wurde das bei Tieren der Herbstgeneration festgestellt.

Bei der Verwandlung der Larve zur Puppe (Abb. 4c) erkennt man zunächst zwei hornartige an der Spitze geschlossene Fortsätze unbekannter Funktion am Kopfende. Bald danach sind auch die bräunlich ausgefärbten Augenpartien und die Anlagen der Extremitäten und Flügel sichtbar. Diese Bezirke dunkeln später nach, so daß sie bei der fertigen Puppe dunkelbraun bis schwarz sind. Das Abdomen bleibt gelblich und ist an den einzelnen Segmenten mit kleinen Kränzchen versehen, die zur Fortbewegung dienen.

## III. Lebensweise

Die Kenntnis von der Lebensweise des Schädlings ist von grundlegender Bedeutung für erfolgreiche Gegenmaßnahmen. NOLL u. a. (1942) weisen hierauf besonders hin. Sie betonen, daß man bis dahin wohl viele Einzelheiten aus dem Verhalten des Schädlings zusammengetragen, aber doch im allgemeinen wenig Sorgfalt auf das Studium der Drehherzmücke verwandt habe. MEYER (1945) führt aus, daß die nach dem Spritzkalender der oben genannten Autoren 1943 bis 1944 in Marhof bei Bonn durchgeführten Bekämpfungsversuche kein befriedigendes Ergebnis zeigten. Doch ist diese Tatsache nicht verwunderlich, weil das zeitliche Erscheinen der Mücken in verschiedenen Gegenden nicht übereinzustimmen braucht.

Es erscheint also angebracht, entsprechende Beobachtungen für das hiesige Gebiet zusammenzutragen und die Besonderheiten herauszustellen.

### 1. Eiablage und Embryonalentwicklung

Die Eiablage erfolgt nach BARNES (1946) an die jüngsten Teile der Pflanze (Herzblätter, Blütenknospen, Basis der Blattstiele und verschiedentlich an die Blattspreiten). Andere Autoren bringen ähnliche Angaben. Ich kann dies im allgemeinen bestätigen. Darüber hinaus beobachtete ich aber, insbesondere 1952, daß, wohl als Folge stärkerer Niederschläge, außerdem zahlreiche Eigelege von den Mücken des Hauptschubes der ersten Generation unter, zwischen und auf die Spreiten der großen Außenblätter abgelegt wurden. In den dann folgenden heißen Tagen mit starker Sonneneinstrahlung wanderten die Larven jedoch ab oder gingen zugrunde. Die Eiablage erfolgt in Häufchen meist zu 8 bis 10 Stück. Stellenweise fanden sich allerdings auch

Gelege bis zu 40 Stück oder einzelne Eier. Die Embryonalentwicklung dauert nach Barnes (1946) 3—4, nach Leefmans (1937) im Sommer 3—5 und nach Noll u. a. (1942) bei Temperaturen von 20° C 4—5 und bei 15° C 9 Tage. Nach meinen Ermittlungen schlüpften die Larven Ende Juni Anfang Juli bei Tagestemperaturen von durchschnittlich 18—19° C nach 5—6, Mitte September bei 10° C nach 12—14 Tagen.

### 2. Zeit des aktiven Larvallebens

Die Aufenthaltsdauer der Larven an der Pflanze scheint in den einzelnen Gebieten erheblich zu variieren. Sie ist in hohem Grade, ebenso wie die Embryonalentwicklung, temperaturabhängig. Noll u. a. (1942) stellten fest, daß die Larven bei 20—22° C nach 7—8 Tagen abwanderten. Bei 15° C war nach ihren Beobachtungen bereits mit einem Abwandern am 9. bis 10. Tag zu rechnen. Taylor (1912) gibt für Yorkshire drei Wochen Entwicklungsdauer an, Mesnil (1937) in Frankreich ungefähr 10—12 Tage, Olombel (1931) ungefähr 15, Leefmans (1937) für den Sommer 1936 in Holland 15—24 Tage. Für Schleswig-Holstein konnte ich Anfang Juli 1952 10—12, im August 12—14 und bei der dritten Generation im September/Oktober 25—30 Tage Dauer der aktiven Larvenzeit ermitteln. Im Herbst lagen allerdings die mittleren Tagestemperaturen zwischen 5 und 12° C, und erste Nachtfröste kamen vor. Die am 25. September geschlüpften Larven wanderten im Freiland erst in der dritten Oktober-Dekade in stärkerem Maße von der Pflanze in den Boden ab. Ende der ersten Oktober-Dekade ins Labor eingetragene Larven zeigten schon 2—3 Tage später die satte Gelbfärbung, ein Zeichen dafür, daß sie ausgewachsen waren. Die Abwanderung der Larven geschieht gewöhnlich nachts. Wahrscheinlich wird insbesondere die Taubildung ausgenutzt, welche vor Austrocknen schützt. Das Springvermögen dürfte das Abwandern erleichtern.

### 3. Kokonbildung und Verpuppung

Die Kokonbildung erfolgt bei der Sommergeneration überwiegend in einer Tiefe von 1—3 cm. Vor Winter werden Bodenschichten zwischen 2 bis 7 cm aufgesucht. Diese Angaben basieren auf Feststellungen bei der Kontrolle von über 50 Aufzuchtgläsern. Außerdem schlüpften aus Erdproben, die bis zu einer Tiefe von 2 cm aus unmittelbarer Nähe von Kohlrüben eingetragen wurden, 1951 und 1952 zahlreiche Mücken. In der Literatur werden für die Kokonbildung, also für die Verpuppungs- und Überwinterungstiefe, Schichten von 0—6 cm, meist 2—4 cm — Noll u. a. (1942) —, weiter 2—6 cm als Überwinterungstiefe — Tischler (1951) — und unter 5 cm — Leefmans (1938) — angegeben. Durch die Bodenbearbeitung können nach Noll u. a. (1942) die Kokons auch bis zu 10—12 cm Tiefe gelangen.

Die Kokons haben hautähnliche Beschaffenheit und werden von kleinen Erd- und Sandpartikelchen umgeben. Sie sind recht fest und bleiben noch eine geraume Zeit nach dem Schlüpfen der Mücken erhalten. Während die Kokons in Erdaufschlämmungen sehr schwer zu finden sind, gelingt ihre Feststellung im Sand-Wasserbad recht leicht.

Die Kokonbildung setzt nach meinen Beobachtungen bei den Sommergenerationen 3—5 Tage, bei der überwinternden Generation zum Teil erst 3—4 Wochen nach dem Abwandern der Larven in den Boden ein. Unmittelbar danach erfolgt bei den Sommergenerationen die Verwandlung.

Zur Überprüfung des Verpuppungsablaufes diente folgender Versuch, dessen Aufzuchtmethode NOLL u. a. (1942) entnommen ist: Von verschiedenen Feldern aus der Umgebung Kappelns wurden mit ziemlich ausgewachsenen Larven besetzte Herzpartien von Kohlrüben eingetragen und in mit Gaze verschlossene Weckgläser gebracht. Die abwandernden Larven wurden zu je 50 Stück mit einem Pinsel in 10 Aufzuchtgläser von 12 cm Höhe und 4 cm Durchmesser übertragen, die vorher zu einem Drittel mit mäßig angefeuchtetem, sterilem Sand gefüllt waren.

Von den am 16. August 1952 mit Larven versehenen 10 Gläsern wurde am 20. August 1952 beginnend täglich ein Glas geschlämmt. Dabei erfolgte Isolierung, Bestimmung und Auszählung der Entwicklungsstadien (Tab. 1).

*Tabelle 1.* Versuch zur Überprüfung des Verpuppungsablaufes. (Zahlen in Klammern vermutlich parasitierte Larven)

| Untersuchungszeit 16.—31. 8. | Larven ohne Kokon | Kokons | Kokons mit Larve | Kokons mit Praepuppe | Kokons mit Puppe | Imagines |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. Tag | 10 | 39 | 39 | — | — | — |
| 7. Tag | — | 43 | 8 | 35 | — | — |
| 8. Tag | — | 45 | 4 (1) | 40 | — | — |
| 9. Tag | 2 | 40 | 8 (3) | 29 | 3 | — |
| 10. Tag | — | 47 | 6 (5) | 35 | 6 | — |
| 11. Tag | — | 49 | 12 (9) | 34 | 3 | — |
| 12. Tag | 4 (2) | 45 | 4 (3) | 11 | 30 | — |
| 13. Tag | 2 | 43 | 10 (8) | 2 | 30 | 1 |
| 14. Tag | 1 | 47 | 6 (2) | 11 | 23 | 7 |
| 15. Tag | — | 47 | 4 (2) | 7 | 23 | 13 |

Die Verpuppung bei diesem Versuch erfolgte in einer Tiefe von 1—3, meist bei 2 cm. Die Kokonbildung dürfte schon am dritten Tage eingesetzt haben. Nur wenige Larven blieben ohne Kokon. Die Verwandlung begann etwa am 5. Tage, da am 7. Tage 35 Praepuppen vorhanden waren. Am 9. Tage ließen sich zum erstenmal Anlagen der Extremitäten und Augen erkennen. Am 12. Tage zeigten zahlreiche Puppen bräunlich-schwarze Verfärbung der Extremitäten- und Kopfanlagen. Meist handelte es sich dabei um kleinere Tiere, also um Männchen, von denen dann auch am 13. Tage ein Exemplar zuerst schlüpfte. Nachdem die Puppen den Kokon verlassen haben, vergeht nur sehr kurze Zeit bis zum Erscheinen der Mücke. In mehreren Fällen kamen beim Freilegen der Kokons Puppen zum Vorschein, und wenige Minuten später erschienen die Imagines. Die vermutlich parasitierten Larven zeigten in dem sonst gelben Körperinhalt einen braunen Punkt. Die im Verhältnis große Zahl von Praepuppen am 30. August kann möglicherweise darauf zurückgeführt werden, daß es sich hier überwiegend um Weibchen handelte, die später schlüpfen.

Eine zweite Versuchsserie (Tab. 2 A) diente der Überprüfung der Frage, ob die den Kokon verlassenden Puppen in der Lage sind, eine größere Sandschicht zu durchdringen. Es wurden angesetzt:

1. 4 Gläser ohne besondere Sandauflage,
2. 4 Gläser mit 5 cm zusätzlicher Sandauflage nach dem Eindringen der Larven,
3. 4 Gläser mit 10 cm zusätzlicher Sandauflage wie bei 2.,
4. 4 Gläser mit 15 cm zusätzlicher Sandauflage wie bei 2.

Jedes Glas wurde mit 50 Larven der 2. Generation beschickt. Die Aufstellung erfolgte im Labor. Nach Beendigung des Schlupfes wurden sämtliche Gläser schichtenweise geschlämmt und untersucht. Als Trennschicht wird die von den Larven zunächst eingenommene Schicht sowie 1 cm darüber bezeichnet.

*Tabelle 2.* Versuche zur Überprüfung der Schlupftiefe. (Mit x versehene Gläser nach dem Hauptschlupf, die übrigen nach Beendigung des Schlupfes geschlämmt. Versuch A und B Sandauflage sofort nach dem Eindringen der Larven, Versuch C nach 5 Tagen)

| Versuche | Aufzuchtgläser | Sandauflage in cm | Schlupfbeginn nach Tagen | Geschlüpfte Imagines | Kokons in 1—3 cm Tiefe | Kokons an Trennschicht | Kokons in Zwischensch. | Tote Puppen in 1—2 cm Tiefe | Tote Puppen an Trennschicht | Lebende Larven in 1—3 cm Tiefe | Lebende Larven an Trennschicht |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 1 | 0 | 14 | 33 | 41 | — | — | 2 | — | — | — |
| | 2 | 0 | 14 | 24 | 32 | — | — | 1 | — | — | — |
| | 3x | 0 | 14 | 31 | 48 | — | — | 2 | — | 5 | — |
| | 4x | 0 | 13 | 30 | 50 | — | — | 3 | — | 3 | — |
| | 1x | 5 | 16 | 10 | 9 | 27 | — | — | 25 | 1 | 3 |
| | 2 | 5 | 17 | 4 | 9 | 34 | 1 | 2 | 13 | — | — |
| | 3x | 5 | 16 | 15 | 26 | 14 | 1 | 5 | 11 | 3 | 2 |
| | 4 | 5 | 16 | 9 | 10 | 40 | 3 | 2 | 15 | — | — |
| | 1 | 10 | 15 | 15 | 17 | 4 | 8 | — | 3 | — | — |
| | 2 | 10 | 15 | 12 | 34 | 7 | 6 | 5 | 4 | — | 2 |
| | 3x | 10 | 15 | 14 | 20 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | 6 |
| | 4x | 10 | 15 | 8 | 21 | 9 | — | — | 1 | — | 3 |
| | 1 | 15 | 15 | 20 | 25 | 8 | 1 | 2 | 1 | — | 7 |
| | 2 | 15 | 15 | 18 | 27 | 5 | 4 | — | 1 | — | 2 |
| | 3x | 15 | 15 | 10 | 16 | 8 | 1 | 1 | 1 | — | 6 |
| | 4x | 15 | 15 | 17 | 16 | 4 | — | — | 2 | 2 | 2 |
| B | 1 | 5 | 12 | 13 | 23 | 19 | 6 | 6 | 15 | — | 6 |
| | 2 | 5 | 13 | 9 | 21 | 19 | 2 | 3 | 12 | 1 | 5 |
| | 3 | 5 | 12 | 7 | 20 | 19 | 6 | 9 | 11 | — | 10 |
| | 4 | 5 | 12 | 6 | 10 | 16 | 1 | 2 | 4 | 1 | 6 |
| C | 1 | 5 | 20 | 7 | 11 | 33 | — | 1 | 21 | — | 11 |
| | 2 | 5 | 19 | 14 | 11 | 32 | — | — | 17 | 3 | 13 |
| | 3 | 5 | 18 | 11 | 12 | 37 | — | — | 20 | 1 | 10 |
| | 4 | 5 | 24 | 4 | 6 | 36 | — | — | 28 | — | 6 |

Der Versuch ergab, daß die Larven im allgemeinen bestrebt sind, vor der Verwandlung unter die Erdoberfläche zu gelangen, also eine ihnen zusagende Verpuppungstiefe aufzusuchen. Ein Teil der Larven verbleibt in der eingangs eingenommenen Schicht. Die hier schlüpfenden Puppen erreichen die Oberfläche nicht, sondern sterben ab. Wiederholt wurden an der Glaswand Puppen beobachtet, die vergeblich versuchten, nach oben zu gelangen. Ihnen stehen dabei zur Fortbewegung die kontraktilen Bewegungen des Abdomens zur Verfügung. Die Larven sind wesentlich beweglicher. Die Anzahl der Larven, die nicht zur Verwandlung kommen, ist bei einer höheren Sandauflage größer. Besonders auffallend ist die große Anzahl verendeter Puppen bei einer Sandauflage von 5 cm. Möglicherweise werden die Larven durch den auf ihnen liegenden Druck oder die Luftverhältnisse zum Aufsteigen veranlaßt, wobei die Reaktion bei 5 cm Auflage nicht genügend wirksam wird.

Zur Sicherung der Feststellungen wurden mit Larvenmaterial der dritten Generation gleichlaufende Versuche durchgeführt. Dabei wurden vier Gläser sofort nach dem Eindringen der Larven mit einer 5 cm Sandauflage (B der Tab. 2), weitere 4 Gläser 5 Tage später mit einer 5 cm Sandschicht versehen (C der Tab. 2). Es zeigte sich dabei, daß der Schlupf in der zweiten Serie 6—12 Tage später einsetzte. Infolge der schon zum Teil begonnenen Verwandlung sind weniger Larven nach oben gestiegen und mehr Puppen an der zuerst eingenommenen Schicht abgestorben. Weiter war die Anzahl der überliegenden Larven größer. Im übrigen ordnen sich beide Serien in die unter A angeführten Versuche gut ein und erhärten die Ergebnisse.

Aus den Versuchen darf gefolgert werden, daß eine Bodenbearbeitung zur Zeit der Verwandlung einen Teil der Puppen zum Absterben bringt, da die Kokons vor dem Schlupf in größere Tiefen gebracht werden. — Vielleicht erklärt sich hieraus die verschiedentlich in Dithmarschen beobachtete Erscheinung, daß stellenweise trotz starken Befalls durch die Drehherzmücke in Kohlsamenträger-Beständen, nach dem Umbrechen nachgebaute Kohlrüben und benachbart angepflanzter Spätkohl nur wenig befallen werden. — Offen bleibt vorerst noch die Frage, inwieweit die durch die Bodenbearbeitung in tiefere Schichten geratenen, im Kokon überwinternden Larven zum Schlupf kommen. Wie ich feststellen konnte, ist allerdings das Kokongespinst zumindest im Herbst sehr locker, im Gegensatz zu den „Puppenwiegen" der Sommergenerationen, so daß die von BOVIEN und KNUDSEN (1950) geäußerte Ansicht, daß möglicherweise überwinternde Larven im Frühjahr aus dem Kokon ausbrechen und sich in gewünschter Tiefe nochmals zur Verpuppung einspinnen, durchaus zutreffen kann.

Auf die Abhängigkeit der Drehherzmücke von der Feuchtigkeit, insbesondere hinsichtlich ihres Massenauftretens, ist wiederholt hingewiesen worden. NOLL u. a. (1942) erwähnen, daß in Jahren mit starken Niederschlägen besonders heftiges Drehherzmücken-Auftreten zu verzeichnen war. Vor allem sollen die Frühjahrsmücken hierbei besondere Bedeutung haben. Es ist weiter bekannt, daß die Larven ohne Kontakt mit Wasser schnell eingehen. Wie liegen die Verhältnisse beim Aufenthalt der entsprechenden Entwicklungsstadien im Boden?

Zur Prüfung dieser Frage versah ich zunächst 5 Aufzuchtgläser mit 5 ccm und weitere 5 Gläser mit 10 ccm Wasser. Der Sandanteil war bei allen Gläsern gleich. Die Durchschnittstemperatur lag bei 18° C (Min. 15° C, Max. 24° C). Es zeigten sich beim Schlupf keinerlei Unterschiede.

Am 9. und 10. Juli 1952 wurden 5 Gläser, die mit stark angefeuchtetem Sand angefüllt waren, nach dem Eindringen der Larven mit einer trockenen Sandauflage von 2,5—3 cm versehen. Der Schlupf blieb vollständig aus. Zahlreiche Larven waren in die trockene Schicht gewandert, ohne aber Kokons zu bilden. Sie lagen zum Teil stark eingekrümmt an der Glaswand. Zwei der Gläser wurden am 31. Juli, ein weiteres am 12. August angefeuchtet. Nur in dem einen der zum ersten Termin benetzten Gläser schlüpften vom 11. bis 13. August 4 Mücken. Bei der Kontrolle des Sandes fanden sich tote, eingetrocknete, stark ventral eingebogene Larven in der Sandauflage, einige Kokons nur in dem einzigen Glas, in dem Schlupf erfolgte.

Am 11. und 12. Juli setzte ich weitere 3 Gläser mit trockenem Sand an. Auch hier blieb der Schlupf aus. Das eine Glas wurde am 31. Juli, ein

weiteres am 12. August angefeuchtet. Im ersten Behälter schlüpften vom 12. bis 14. August 3 Tiere, im zweiten am 24. August ein Weibchen. Nachkontrollen ergaben auch in diesen Aufzuchtgläsern tote, eingetrocknete Larven. Im ersten Glas konnten einige Kokons festgestellt werden. Puppen wurden in keinem Falle gefunden.

Den Versuchen ist zu entnehmen, daß die Larven nicht in der Lage sind, in trockenem Boden Kokons zu bilden, so daß eine Verwandlung nicht zustande kommt. Erfolgen längere Zeit keine oder nur geringfügige Niederschläge, so sterben die Larven bald ab. Nur einzelne bleiben länger als 14 Tage am Leben. Anscheinend gehen die Larven nicht tiefer in den Boden hinein, um feuchtere Schichten aufzusuchen. Je geringer der Ton-Humusgehalt, also die wasserhaltende Kraft eines Bodens ist, um so eher muß mit einem Austrocknen der Larven gerechnet werden. Solche Verhältnisse liegen auf zahlreichen Böden der Geestgebiete Schleswig-Holsteins vor.

Wie bei der Embryonalentwicklung und der Aufenthaltsdauer der Larven an der Pflanze beeinflußt die Temperatur auch sehr entscheidend Einsetzen oder Nichteinsetzen der weiteren Verwandlung und damit die Anzahl überliegender Larven. Während im Labor bei durchschnittlich 18° C 1952 der Hauptschub einer vierten Mückengeneration zum Schlupf kam, erschien in keinem der gleichzeitig und mit gleichem Larvenmaterial im Freien bei im Durchschnitt 6 bis 8° C aufgestellten 12 Aufzuchtgläsern eine einzige Mücke. Beim Schlämmen der im Labor gehaltenen Gläser wurde im Vergleich zu den vorher erfolgten Aufzuchten ein stärkeres Überliegen festgestellt. In 2 nach 7 Tagen aus dem Freien ins Labor gebrachten, mit je 30 Larven versehenen Gläsern schlüpften 3 und 7 Mücken. Die erste am 12. Tag nach dem Einholen, die zweite am 23. Tag. Beim Schlämmen des Sandes am 18. November 1952 waren noch lebende Puppen anzutreffen, die wahrscheinlich auch noch zum Schlupf gekommen wären. In den Parallelgläsern, die nur im Labor gestanden hatten, erfolgte stärkerer Schlupf (15 und 13 Tiere) in wesentlich kürzerer Zeitspanne. Die Zahl der Überlieger war in den beiden aus dem Freien hereingeholten Gläsern größer.

Auf Grund dieser Feststellungen kann man *Contarinia nasturtii* nur sehr bedingt zum fixierten Reaktionstyp rechnen, zu dem Lehmann (1949) das Tier zählt.

### 4. Erscheinen der Mücken und ihr Imaginalleben

Nicht nur das Einsetzen der Verwandlung, auch die Verwandlungsdauer und damit der Schlupfbeginn sind entscheidend abhängig von der Temperatur. Noll u. a. (1942) stellten fest, daß die Mücken bei ziemlich konstanten Temperaturen von 29—30° C 7 Tage, bei 20 bis 21° C 10 bis 11 Tage und bei 15° C 19 bis 21 Tage nach dem Eindringen der Larven in die Erde erschienen. In meinen Labor-Aufzuchten schlüpften die Mücken

bei 20—21° C nach 10—11 Tagen (2. Mückengeneration),
bei 19—20° C nach 12 Tagen (2. Mückengeneration),
bei 18—19° C nach 13—14 Tagen (3. Mückengeneration) und
bei 19—20° C nach 12 Tagen (4. Mückengeneration).

Die Ergebnisse stimmen mit denen der erwähnten Autoren gut überein. Auf Grund der gleichen Feststellungen in den zahlreichen Gläsern der ein-

zelnen Aufzuchtserien kann hinsichtlich der Abhängigkeit der Verwandlungsdauer von der Temperatur von einer klaren Gesetzmäßigkeit gesprochen werden. Bei am 9.,10.,11.,12.,14. und 15. Juli eingetopften Larven erschienen die ersten Mücken jeweils mit Genauigkeit 12 Tage — nur in ganz wenigen Gläsern 13 Tage — später, also am 21., 22., 23., 24., 26 und 27. Juli 1952.

Die Schlupfdauer war bei der 2. Mückengeneration am kürzesten. Sie betrug in den meisten Aufzuchten nur 3—4 Tage. Bei den folgenden Generationen wurde sie jedesmal länger und unregelmäßiger. Bei der 4. Mükkengeneration stellte ich bei 2 Gläsern 18 bzw. 19 Tage Schlupfdauer fest. Ähnliche Verhältnisse lagen im Freiland beim Schlupf in den Fangkästen vor.

Bei Aufzuchten aus Larvenmaterial von 3 Generationen waren von 1106 geschlüpften Drehherzmücken 431 Männchen und 623 Weibchen. 52 Tiere wurden nicht bestimmt, da sie beim Schlämmen der Gläser gefunden wurden und schon recht unansehnlich waren. Es dürften überwiegend Männchen gewesen sein. Trotzdem sind mehr weibliche Tiere geschlüpft. Es kann allerdings hieraus nicht ohne weiteres gefolgert werden, daß im Freiland ein ähnliches Verhältnis vorliegt. Die Männchen schlüpften in den meisten Gläsern zuerst. Sie starben aber in den Aufzuchten gewöhnlich schon innerhalb von 24 Stunden ab, während die Weibchen sich einige Tage länger hielten. Nach Feststellungen von NOLL u. a. (1942) nimmt die Lebensdauer der Tiere mit steigender Temperatur ab und beträgt bei 15° C über 10 Tage, bei 20—22° C 4—5 Tage. BOVIEN und KNUDSEN (1950) berichten von einem Versuch, bei dem bei ca. 20° C etwa 75% der Mücken nach 2 Tagen, alle nach 6 Tagen abgestorben waren. Im Freiland fing ich nur weibliche Tiere in dem Exhaustor. Wahrscheinlich gehen die Männchen sehr bald nach der Copula, die innerhalb weniger Stunden nach dem Schlüpfen an Ort und Stelle erfolgen dürfte, ein. Beim Keschern in Kohlrübenbeständen mit dichtem Blattwerk gelangen keine Drehherzmücken in das Netz, obwohl bei aufmerksamer Beobachtung zahlreiche Tiere unter dem Laub wahrgenommen werden können. Die Mücken halten sich vornehmlich an der Unterseite der Blätter, am Boden, auf dem Rübenkörper, an den Stengeln und jüngeren Blättern auf. Sie verlassen diesen Raum kaum, da sie sehr windempfindlich sind.

## IV. Generationen und Massenwechsel

### 1. Allgemeines

Die Anzahl der im Jahre erscheinenden Generationen schwankt nach Angaben in der Literatur zwischen drei und fünf. Ich konnte für Schleswig-Holstein 1952 mit Sicherheit vier Generationen feststellen. Wahrscheinlich waren auch 1950 und 1951 vier Generationen vorhanden, obgleich von mir nur drei verfolgt wurden. Entscheidend für die Anzahl der Generationen sind insbesondere der Schlupfbeginn im Frühjahr und der Witterungsverlauf im Herbst. Die zeitliche Folge und Dauer der einzelnen Generationen werden in erster Linie durch das Verhalten — besonders die Schlupfverteilung — der ersten Generation und in zweiter Linie durch den Witterungsverlauf und überliegende Larven festgelegt.

Tabelle 3 gibt eine Übersicht über die bisher in der Literatur erschienenen und aus eigenen Untersuchungen stammenden Daten der Generationsfolgen. Leider sind Vergleiche hinsichtlich des zeitlichen Auftretens in verschiedenen Gebieten schlecht möglich, da die einzelnen Angaben aus verschiedenen Jahren stammen. Die Übersicht zeigt aber doch, daß im allgemeinen die erste Mückengeneration im Juni, die zweite im Juli, die dritte im August und die vierte im September und möglicherweise eine fünfte im Oktober auftreten. Das Erscheinen der ersten Generation im Mai dürfte seltener und meist auf Anzuchtbeete beschränkt sein. Ebenfalls ihr Fortdauern bis in den Juli hinein dürfte mit Ausnahme einiger Überlieger kaum häufiger vorkommen. Die Zusammenstellung zeigt zwar, daß nicht allgemein mit einem frühen Erscheinen des Schädlings in Mitteleuropa und einem späten in Nordeuropa gerechnet werden kann.

*Tabelle 3.* Generationsverlauf von *Contarinia nasturtii* Kieff. in verschiedenen Jahren (nach Literaturangaben und eigenen Freilandbeobachtungen)

| Beobachtungsort | Jahr | Auftreten der | | | | Entwickl.-Stadium | Berichterstatter |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1. Generation | 2. Generation | 3. Generation | 4. Generation | | |
| Dänemark .. | 1926 | Ende V.—Anfang VI. (Imago) | Juli | August—September | September—Oktober | Larve | ROSTRUP |
| Dänemark .. | 1947 | Anfang VI. ? | 22.—30. VII. | Mitte VIII. | Mitte IX.—Anf. X. ? | Imago | BOVIEN u. |
| Dänemark .. | 1948 | 27. V.—5. VII. | 10.—23. VII. | – | – | Imago | KNUDSEN |
| England .... | 1911 | 1. Hälfte VI. | Juli | August | September | ? | TAYLOR |
| England .... | 1911 | Ende V. | Ende VI.—Anfang VII. | – | – | Imago | THEOBALD |
| England .... | 1945 ? | Mai und Juni | Juli | August | September | Imago | THOMAS |
| Schlesw.-H. . | 1945 | 2. Hälfte V. | Ende VI. | Ende VII. | – | Imago | MEYER |
| Schlesw.-H. . | 1950 | | Ende VII. | Ende VIII. | | Larve | Verfasser |
| Schlesw.-H. . | 1951 | 1.—20. VI. (12.—20. VI. Hauptschub) | Juli (16.—26. VII. Hauptschub) | August (21.—28. VIII. Hauptschub) | September ? (Mitte X. Larve) | Imago | Verfasser |
| Schlesw.-H. . | 1952 | 4. VI.—3. VII. (24. VI. bis 3. VII. Hauptschub) | 7. VII.—12. VIII. (25. VII.—12. VIII. Hauptschub) | 10. VIII.—17. IX. (30. VIII.—17. IX. Hauptschub) | 15. IX.—20. IX. ? (nur erster Schub) | Imago | Verfasser |
| Holland .... | 1936 | 20.—27. VI. | 17.—21. VII. | 24. August | | Imago | BARNES |
| Sachsen .... | 1936 | Anfang VI. | – | – | | Imago | NOLL u. a. |
| Sachsen .... | 1937 | Mai | – | – | | Imago | NOLL u. a. |
| Sachsen .... | 1939 | Anfang VI. | | | | Imago | NOLL u. a. |
| Sachsen .... | 1941 | 2. Hälfte VI | – | – | – | Imago | NOLL u. a. |
| Frankreich .. | ? | Anfang VI. | Anfang VII. | 9.–11. VIII. | | Imago | OLOMBEL |

Schlupf im Mai kann sowohl hier wie dort vorkommen. Der Vegetationsentwicklung und damit auch dem Temperaturverlauf angepaßt, dürfte sich jedoch im gleichen Jahr im allgemeinen ein Gefälle von Süden nach Norden ergeben, das nur hin und wieder durch besonderen Witterungsverlauf durchbrochen wird. Regional gesehen werden die durch Boden und Lage verschieden schnelle Erwärmung des Untergrundes und Feuchtigkeitsverhältnisse gewisse Schlupfverschiebungen bedingen.

Die eigenen Untersuchungen wurden 1951 durch laufende Befallskontrollen und Kescherfang auf Kohlrübenschlägen bei Süderbrarup, Kreis Schleswig, und durch Kontrollen des Mückenschlupfes der einzelnen Flüge mit Hilfe selbst hergestellter Fangkästen an gleichem Ort durchgeführt. 1952 setzte ich die Beobachtungen bei Kappeln und in Husby, Kreis Flensburg, nach gleichen Methoden fort. Hinzu kamen Aufzuchten im Labor. Die Kontrollen erfolgten bis auf wenige Ausnahmen täglich. Die Fangkästen bedeckten ¼ bzw. ½ qm Boden. Sie waren mit 1—4 auswechselbaren, seitlich angebrachten Glastuben versehen. Dadurch, daß stets mehrere Kästen zur Kontrolle herangezogen und das Larvenmaterial jeweils von einigen hundert Pflanzen verschiedener Felder für die Aufzuchten zusammengetragen wurden, sind Zufälle genügend ausgeschaltet und Verallgemeinerungen erlaubt. Die Befallserhebungen fanden auf über 20 Feldern statt.

### 2. Generationsverlauf 1951

Am 31. Mai 1951 wurden in den 6 Fangkästen, die auf einem vorjährigen stark von der Drehherzmücke befallenen Kohlrübenfeld aufgestellt wurden, 3 Gallmücken unbekannter Art gefangen. In der Zeit vom 1. Juni bis 10. Juni schlüpften acht *Contarinia nasturtii* Männchen. Vom 12. Juni bis 20. Juni betrug die Ausbeute in den Fangkästen 57 Gallmücken, davon waren 28 Drehherzmücken. Erstbefall wurde am 11. Juni in Boelschuby bei Süderbrarup registriert. Am 24. Juni konnte schlagartig einsetzender Befall beobachtet werden. Einzelne Eigelege fand ich am 15. Juni. Der Hauptschlupf hat wahrscheinlich in der Zeit vom 15. bis 20. Juni gelegen. Vom 23. Juni bis 15. Juli erfolgte kein Schlupf mehr. Am 16. Juli erschienen in den Fangkästen, die über Mitte Juni befallene Kohlrüben gestellt wurden, die ersten Imagines. Starke Befallszunahme erfolgte Anfang August. Der Schlupf dauerte im wesentlichen bis zum 26. Juli. Drei Nachzügler schlüpften noch am 6. und 8. August. Die dritte Generation erschien mit dem 21. August in den Fangkästen und dauerte bis zum 28. August. Heftiger Befall wurde am 5. September beobachtet. Am 9. Oktober konnte auf verschiedenen Feldern bei Süderbrarup und Husby eine erneute, stärkere Befallszunahme festgestellt werden. Es hat sich hierbei vermutlich um Larven der 4. Generation gehandelt.

1951 zeichnete sich durch ein verhältnismäßig geschlossenes Auftreten des Schädlings aus. Durch das schlagartige Einsetzen des Befalls nach dem beobachteten Erscheinen der Mücken, waren die einzelnen Generationen deutlich zu erkennen.

### 3. Generationsverlauf 1952

1952 begannen die Schlupfbeobachtungen Anfang Mai. Es wurden 5 Kästen auf einem vorjährigen Kohlrübenschlag in Husby, 5 Fangkästen auf einem letztjährigen Feld in Kopperby bei Kappeln und weitere 3 im

Versuchsgarten der Bezirksstelle in Kappeln aufgestellt. Es erfolgte ein recht einheitlicher Schlupfbeginn am 4. Juni zur Zeit des Beginns der Roggenblüte und eine Schlupfdauer bis Anfang Juli. Nur in Husby begann und endete das Schlüpfen etwas später. Auch laufender Kescherfang auf vorjährigen und diesjährigen Kohlrübenfeldern blieb bis zum 6. Juni negativ. An diesem Tage fing ich in Kopperby 3 *Contarinia nasturtii* Weibchen auf einem vorjährigen Kohlrübenschlag.

Die Ausbeute an Mücken bei der Fangkasten-Methode war bei der ersten Generation gering. Bei Untersuchungen von Meyer (1945) in Dithmarschen und von Buhl (mdl.) 1951 ebenfalls in der Marsch wurde bei Anwendung der gleichen Methode sogar kein Fang erzielt. Bessere Ergebnisse sind zu erwarten, wenn im Herbst des Vorjahres Larven auf kleinerem Raum zusammengetragen und darüber Fangkästen oder Fangzylinder aufgebaut werden.

Am 20. Mai wurden auf 3 Feldern bei Kappeln in der Nähe der einen Schlupfbeobachtungsstelle fast tägliche Befallskontrollen durchgeführt. Weiter wurden etwa 2000 Pflanzen im Labor auf Eigelege und Larven untersucht und Wiederaustriebe auf letztjährigen Kohlrübenfeldern unter Kontrolle gehalten. Erste Befallssymptome konnten erst am 17. Juni in Kopperby und am 18. Juni in Husby an einzelnen Pflanzen festgestellt werden. Die Kohlrüben zeigten zu diesem Zeitpunkt 5—6 entfaltete Laubblätter. Die Anzahl der befallenen Pflanzen blieb zunächst sehr gering. Ende Juni wurden auf einem Felde als Höchstbefall bei 1000 kontrollierten Pflanzen 2,4% festgestellt. Am 28. Juni konnten an Kohlrüben keine Larven mehr beobachtet werden. Lediglich an Wiederaustrieben auf vorjährigen Schlägen wurden in Blüten- und Blattgallen noch ausgewachsene Larven gefunden. Möglicherweise ist das spätere Abwandern ernährungsphysiologisch bedingt. Eine nochmalige Kontrolle am 30. Juni erbrachte nirgends Larven. Am 2. Juli 1952 fand ich an 3 Pflanzen im Versuchsgarten frisch geschlüpfte Junglarven. Die Befallssymptome waren nur schwach erkennbar. Am 3. Juli trat schlagartig erheblicher Befall — stellenweise in den Randreihen bis zu 70% — auf sämtlichen kontrollierten Schlägen bei Kappeln auf. In Husby, bei Schuby, Süderbrarup und Eckernförde zeigte sich dasselbe Bild einige Tage später. Zweifellos handelte es sich hierbei um das Auftreten des Hauptschubes der ersten Larvengeneration, deren Mücken in der Zeit vom 25. Juni bis 1. Juli geschlüpft waren. Die 2. Generation kommt deshalb nicht in Frage, weil die ersten, wenn auch schon etwas älter befallenen Pflanzen erst am 17. Juni beobachtet wurden und die Mücken der 2. Generation weder in den über erstbefallene Kohlrüben gestellten Fangkästen noch in den Aufzuchtgläsern im Labor erschienen. Die Larven begannen am 10. Juli abzuwandern.

Die ersten Mücken der 2. Generation erschienen in den Aufzuchten im Labor am 7. Juli 1952 und in den Abendstunden desselben Tages in den Fangkästen im Freiland. Mit Erde von befallenen Kohlrüben versehene Fangzylinder, in windgeschützter Lage im Versuchsgarten aufgestellt, wiesen ebenfalls Schlupf auf. Es ergibt sich somit die Tatsache, daß die 2. Mückengeneration bereits in Erscheinung trat, bevor die Masse der Larven der ersten Generation zur Verpuppung abgewandert war. Bei Kontrollen zu Beginn der 3. Juli-Dekade wurde wiederum erhebliche Befallszunahme beobachtet, die von dem ersten Schub der 2. Larvengeneration

verursacht wurde. Dabei dürften Zuflüge von Samenträgerbeständen und Wiederaustrieben vorjähriger Felder eine nicht unwesentliche Rolle gespielt haben. Am 21. Juli begann der Schlupf des Hauptschubes der 2. Generation in den Laboraufzuchten. In den Fangkästen setzte er zögernd am 25. Juli, stark am 1. August ein. Vereinzeltes neues Befallsauftreten wurde am 7. August, starke Schädigung am 10. August beobachtet.

Der erste Schub der 3. Mückengeneration erfolgte im Freiland ab 12. August. Befallszunahmen schlossen sich erwartungsgemäß an. Der Hauptschub erschien in den Aufzuchten zuerst am 27. August, in den Fangkästen vereinzelt am 30. August und in allen Kästen ab 6. September. Infolge des dann einsetzenden kühlen Wetters wurden die ersten Befallssymptome erst am 27. September beobachtet, obwohl Eigelege in großer Zahl bereits am 12. und 15. September gefunden wurden. Es entstand der Eindruck, als wären die Eier abgestorben.

Die ersten Mücken der 4. Generation fing ich um den 15. September im Freiland, wo sie bei der Eiablage beobachtet wurden. Es war unmöglich, die beiden letzten Larvengenerationen auf Grund des langen Verweilens an den Pflanzen auseinanderzuhalten. Das Abwandern der Larven begann in stärkerem Maße in der 3. Oktober-Dekade, im Labor am 9. Oktober. Das Ende kann im Labor mit dem 15. Oktober, im Freiland mit dem 20. November angegeben werden. Die Mücken des Hauptschubes der 4. Generation kamen im Freiland nicht mehr zum Schlupf. In den Laboraufzuchten wurden sie noch mit dem 22. Oktober als Schlupftermin erhalten.

Abbildung 5 stellt den Generationsverlauf des Jahres 1952 dar. Es wurden dafür der Schlupf in den Aufzuchtgläsern (Labor) und Fangkästen, die Befallsfeststellungen und klimatische Daten registriert. Es ergaben sich keine klar ersichtlichen Korrelationen zwischen Generationsfolgen und den ermittelten Klimafaktoren mit Ausnahme einer langsameren Entwicklung gegen den kühleren Herbst hin. Aus diesem Grunde sind die Kurven der Temperatur, Niederschläge und Sonnenscheindauer in der Tabelle weggelassen. Das durch höhere Temperaturen bedingte frühere Schlüpfen in den Aufzuchtgläsern ist in der Abbildung deutlich erkennbar. Da es auch in den Fangkästen wegen der dort höher liegenden Wärmeverhältnisse um 1 oder 2 Tage dem Freiland voraus ist, bietet sich hier eine Möglichkeit, den Zeitverzug, der normalerweise bei einem Warndienst entsteht, auszuschalten. Besonders hingewiesen sei auf die Entwicklungsdauer der einzelnen Generationen, die bei der ersten etwa 30, bei den folgenden einige Tage länger gedauert hat. Die Niederschlagsmengen und ihre Verteilung dürften 1952 für eine normale Entwicklung bei der hier vorliegenden Bodenart ausgereicht haben. Auch die niederschlagsfreie Zeit von 14 Tagen Ende Juni/Anfang Juli hat am Versuchsort die Entwicklung wohl kaum beeinflußt, da es sich um sandigen Lehmboden in guter Kultur handelte, der über ausreichende wasserhaltende Kraft verfügte.

Die Überprüfung der Generationsfolgen in den letzten Jahren ergibt also ein Auftreten in den Monaten Juni, Juli, August und September. Der Schlupfbeginn liegt Anfang Juni. Die Schlupfdauer und das Auftreten der Höhepunkte schwankt in den einzelnen Jahren, so daß Schlupfbeobachtungen erforderlich sind. Das Auftreten des Hauptbefalls ist deutlich erkennbar.

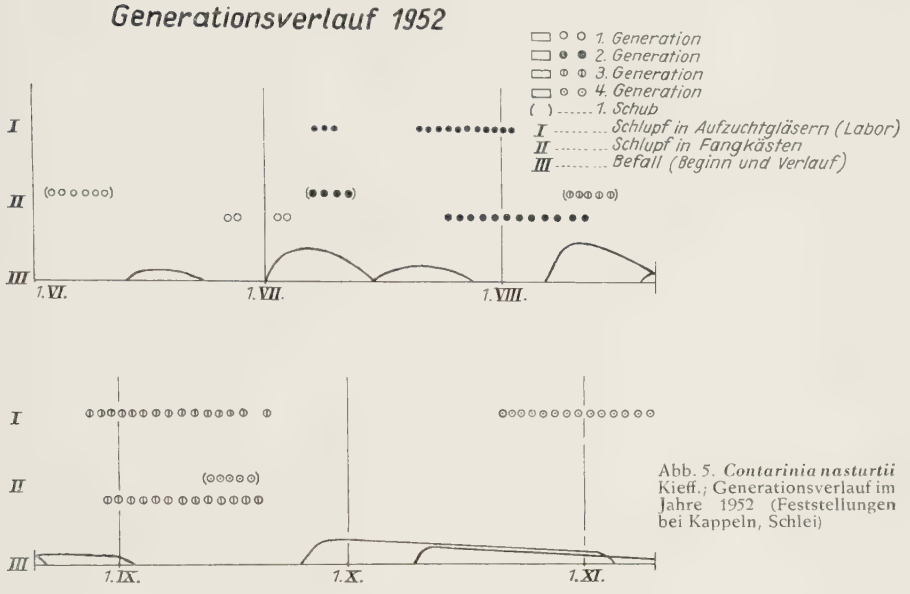



Abb. 5. *Contarinia nasturtii* Kieff.; Generationsverlauf im Jahre 1952 (Feststellungen bei Kappeln, Schlei)

### 4. Massenwechsel

Neben dem Erkennen der einzelnen Generationen sind Fragen, welche die Fluktuationen betreffen, von grundlegender Bedeutung. Der Schädling wird im allgemeinen dort am stärksten zu erwarten sein, wo er im Jahre vorher günstige Entwicklungsbedingungen vorgefunden hat. Es gilt somit, zunächst die Wirtspflanzen einer Betrachtung zu unterziehen. Die in Frage kommenden Wirte sind kultivierte Brassica-Arten wie Raps, Rübsen, Turnips, Kohlarten, Kohl- und Kohlrübensamenträger, Radies, Kohlrüben; außerdem *Raphanus (raphanistrum, sativus, caudatus), Nasturtium (amphibium, officinale, palustre, silvestre), Cochlearia armoracia* und *Sinapis arvensis* (Barnes 1946, Noll u. a. 1942). Weitere Wirtspflanzen mögen noch hinzukommen.

Ich konnte an den in den hiesigen Gebieten hauptsächlich vertretenen Cruciferen-Unkräutern Hirtentäschel, Hederich und Ackersenf keinen Befall feststellen, obwohl gerade bei den letzten beiden Arten umfangreiche Kontrollen erfolgten. Meyer (1945) kam in Dithmarschen zu dem gleichen Ergebnis. Winterraps wird, bedingt durch die späte Aussaat im August und das frühe Abreifen im Mai, nicht nennenswert befallen. Der Anbau von Sommerraps ist im allgemeinen gering. Kohlarten, vor allem Blumenkohl, Rotkohl, Weißkohl und Markstammkohl wiesen häufigen Befall auf. Ebenfalls und zwar sehr stark Kohl- und Kohlrübensamenträgerbestände, Wiederaustriebe auf vorjährigen Kohlrübenschlägen und Kohlrüben. Berücksichtigt man nun, daß die aufgeführten, Befall aufweisenden Pflanzen mit Ausnahme der Kohlrüben während der Vegetationsperiode nur begrenzte Zeit für die Aufnahme des Schädlings zur Verfügung stehen, so wird klar, daß gerade die Kohlrübe als ideale Wirtspflanze für *Contarinia nasturtii* in Frage kommt. Dabei soll die Bedeutung des Kohlanbaus und vor allem der Samenträgerquartiere als Ausgangspunkt für den Zuflug, insbesondere der 2. Generation, durchaus nicht verkannt werden. Dennoch

zeigt sich immer wieder, daß, mit Ausnahme der leichten Böden der Geest, in Gegenden mit stärkerem Kohlrübenanbau im Drillverfahren (Ende April/Anfang Mai bestellt) die Bestände erheblichen Befall aufweisen. Ab Mitte Juni gepflanzte Kohlrüben werden nicht in dem Maße heimgesucht, weil zumindest Teile der 1. Generation zu diesem Zeitpunkt bereits ihre neuen Brutstätten aufgesucht haben. Außerdem scheinen die häufig noch schlaffen, am Boden liegenden Pflanzen nicht in dem Maße wie gut gewachsene, gedrillte Kohlrüben die Mücken zur Eiablage anzulocken. Auszählungen in gedrillten und gepflanzten Beständen ergaben die in Tabelle 4 aufgeführten Resultate.

*Tabelle 4.* Befall durch die Drehherzmücke in gedrillten und gepflanzten Kohlrübenbeständen. Auszählungen erfolgten im September und Oktober, a = gedrillt, b = gepflanzt)

| Ort | Kohlrübensorte | Anbaumeth. | Anbautermin | Befall je 200 Pflanzen Mückenbefall Reihen 1 | 2 | 3 | Fäule Reihen 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berend | Seefelder | a | Anf. V. 50 | — | — | — | 48 | 37 | — |
| Berend | Seefelder | b | Mitte VI. 50 | — | — | — | 7 | 12 | — |
| Bohnert | Wilhelmsbg. | a | Anf. V. 50 | — | — | — | 46 | — | — |
| Bohnert | Wilhelmsbg. | b | Mitte VI. 50 | — | — | — | 4 | 8 | — |
| Revensdorf | Seefelder | a | 23. IV. 51 | 82 | — | — | 6 | — | — |
| Revensdorf | Seefelder | b | 21. VI. 51 | 28 | — | — | 4 | — | — |
| Fleckeby | Seefelder | a | 12. V. 51 | 146 | 158 | 168 | 22 | 14 | 18 |
| Fleckeby | Seefelder | b | 25. VI. 51 | 72 | 54 | 64 | 6 | 4 | 6 |
| Felm | Seefelder | a | 20. IV. 52 | 90 | 65 | 80 | — | — | — |
| Felm | Seefelder | b | 10. VI. 52 | 24 | 6 | 23 | — | — | — |
| Damendorf | Vogesa | a | 10. V. 52 | 52 | 26 | 70 | 11 | 3 | 13 |
| Damendorf | Seefelder | b | Ende VI. 52 | 9 | 4 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| Lindaunis | Seefelder | a | 24. IV. 52 | 151 | 161 | 146 | 74 | 81 | 67 |
| Lindaunis | Seefelder | b | 16. VI. 52 | 38 | 32 | — | 6 | 2 | — |
| Olpenitz | Seefelder | a | Anf. V. 52 | 126 | 92 | 150 | 41 | 32 | 49 |
| Olpenitz | Seefelder | b | 20. VI. 52 | 8 | 0 | 14 | 3 | 0 | 5 |

Die Entfernung der in der Tabelle 4 angeführten gepflanzten Bestände zum nächsten gedrillten Bestand betrug bis auf 2 Fälle nicht mehr als 80 m. Bei Revensdorf, Felm und Damendorf lagen die Felder nebeneinander.

Es ist anzunehmen, daß die Ortsbewegung der Mücken durch gerichteten Flug erfolgt, der aber durch entsprechende Windverhältnisse beeinflußt wird. So konnte ich beispielsweise 1952 auf verschiedenen Feldern zunächst einen stärkeren Befall auf der Westseite und schwache Schädigung auf der Ostseite des Schlages feststellen. Später, nach dem Erscheinen des ersten Schubes der 2. Generation, stieg der Befall auf der Ostseite stärker an als auf der Westseite. Eine Überprüfung der Windverhältnisse, die von der in unmittelbarer Nähe liegenden Meteorologischen Station Arnis registriert wurden, zeigte eine deutliche Korrelation. Zur Zeit des Fluges, der zum Befall der Westseite der Felder geführt hatte, war ausschließlich Wind aus westlicher Richtung verzeichnet, während im anderen Falle östliche Windrichtungen vorherrschten. Windgeschützte Stellen werden bevorzugt beflogen. Andererseits bedeutet windoffene Lage absolut keine Gewähr für Befallsfreiheit. Genügend Beispiele dafür können in der windreichen Gegend des Untersuchungsgebietes angeführt werden.

Für die Intensität des Befalls ist außerdem die Nähe von Überwinterungsorten von Bedeutung. Gewöhnlich sind die vorjährigen Feldern am nächsten gelegenen Feldränder besonders stark befallen. Es zeigt sich jedoch, daß auch isoliert liegende Schläge, bei denen die Überwinterungsorte 500 bis 1000 Meter entfernt lagen, durchaus starken Befall aufweisen können. Es war in den letzten 3 Jahren auf den Grundmoräneböden der Kreise Flensburg, Schleswig und Eckernförde kaum möglich, einen Ende April Anfang Mai gedrillten Kohlrübenbestand zu finden, der weniger als 20% Befall aufwies; meist lag er sogar wesentlich höher. Allerdings muß hier die Feldmitte großer Flächen im allgemeinen ausgenommen werden.

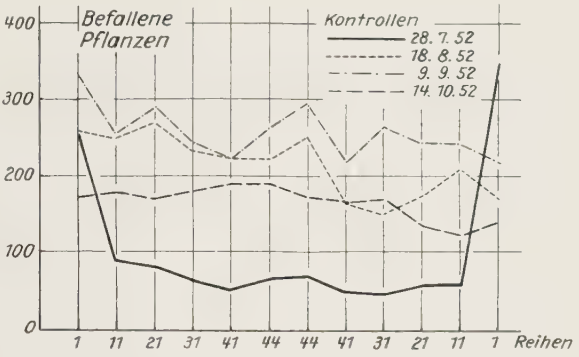



Abb. 6. *Contarinia nasturtii* Kieff.; Befallsverteilung bei Jürgensen, Karby, während der Vegetationsperiode 1952. Befall an 500 ausgezählten Pflanzen je Reihe

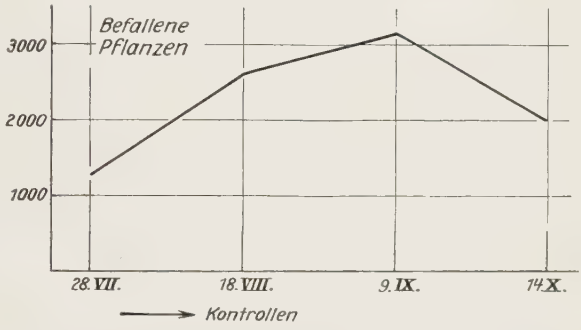



Abb. 7. *Contarinia nasturtii* Kieff.; Befallsverlauf bei Jürgensen, Karby, während der Vegetationsperiode 1952. Befall an 6000 ausgezählten Pflanzen

Wie schon Noll u. a. (1942) und Thomas (1946) berichten, werden immer zunächst die Randreihen befallen (Abb. 6). Ein Rückgang der Anzahl geschädigter Pflanzen ist bei der ersten Generation bereits in der 3. und 4. Reihe deutlich wahrnehmbar. Ich konnte bei je 1000 untersuchten Pflanzen folgende Befallszahlen auf 2 Feldern feststellen:

| | | |
|---|---|---|
| 1. und 2. Reihe | 773 | 662 |
| 3. und 4. Reihe | 417 | 394. |

Mit der 2. Generation erfolgt dann eine Ausweitung über das ganze Feld, die bei nicht zu großer Fläche zu einer verhältnismäßig gleichen Verteilung des Befalls führen kann (Abb. 6). Bei großen Flächen bleibt aber die Feldmitte in der Regel immer schwächer befallen. Hierauf ist ebenfalls von verschiedenen Autoren hingewiesen worden.

Die 2. Generation zusammen mit dem 1. Schub der 3. Generation brachte 1952 die größten Befallszahlen (Abb. 6 und 7). Es konnten beispielsweise auf einem Schlage von 6000 überprüften Kohlrüben durch die einzelnen Generationen als neu befallen festgestellt werden:

| | |
|---|---|
| 1. Generation und 1. Schub der 2. Generation | 1216 |
| 2. Generation und 1. Schub der 3. Generation | 3115 |
| 3. Generation und 1. Schub der 4. Generation | 2008. |

Das Absinken bei der 3. und 4. Generation dürfte auf die größere Anzahl von Überliegern zurückzuführen sein.

Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, daß die Drehherzmücken einmal aufgesuchte Kohlrübenfelder während der Vegetationsperiode nicht verlassen, außer wenn sie vom Wind erfaßt und fortgetragen werden. Da die Mücken im allgemeinen unter dem Blätterdach bleiben und wohl auch dort ihre Verbreitung über das Feld vor sich geht, dürfte der Anteil der fortgetragenen Tiere nicht groß sein. Andernfalls würden Markstammkohl-, Kohlrübensamenträger- und Rapsbestände, die in unmittelbarer Nähe von befallenen Kohlrübenschlägen liegen, mindestens von der 3. Generation stärker aufgesucht werden. Dies ist aber nicht der Fall.

## V. Geographische und regionale Verbreitung

Die Drehherzmücke ist nach bisherigen Feststellungen über Nord-, Mittel- und Teile Osteuropas verbreitet. NOLL u. a. (1942) vermuten, daß der Schädling atlantischen Ursprungs sei, da das Auftreten in Jahren mit erhöhten Niederschlägen stärker ist. Die Verfasser bringen eine Übersicht über die bis dahin bekannten Befallsgebiete. Danach kommt *Contarinia nasturtii* in Holland, England, Deutschland, Frankreich, Dänemark, Norwegen und in der Ukraine vor. TULLGREN (1929) erwähnt das Vorkommen der Mücke vor allem im südlichen Schweden. Im Reichspflanzenschutzblatt 2, 80, 1944, wird über Schäden aus Österreich (Oberdonau und Steiermark) berichtet. Nach Prof. MELIS (mdl. an Dr. EXT 1952) ist die Drehherzmücke für den italienischen Kulturpflanzenanbau völlig bedeutungslos, vielleicht fehlt sie dort überhaupt. Ähnlich liegen wahrscheinlich die Verhältnisse in den übrigen Mittelmeerländern.

In Deutschland kommt die Drehherzmücke praktisch überall vor, wenn auch ihr Schadauftreten durchaus nicht in allen Teilen gleich stark ist. NOLL u. a. (1942) sind der Ansicht, daß das stärkere Auftreten des Schädlings in engem Zusammenhang mit der Steigerung des feldmäßigen Kohlanbaus steht. Das starke Vorkommen in verschiedenen Gebieten Schleswig-Holsteins steht dagegen in engerer Beziehung zum Kohlrübenbau. Diese Tatsache wird verständlich, wenn man die Anbaustatistik betrachtet, nach der hier zur Zeit rund 25 500 ha Kohlrüben, 4—5000 ha Kohl und etwa 200 ha Kohlsamenträger angebaut werden.

Ich habe versucht, die regionale Verbreitung der Drehherzmücke in Schleswig-Holstein zu klären. Es liegen bisher über das Schadauftreten von *Contarinia nasturtii* an Kohlrüben lediglich Einzelmeldungen vor. ROSTRUP und THOMSEN (1931) berichten über Schäden in den Jahren 1926 und 1927 in den an Dänemark angrenzenden Gebieten und MEYER (1945) über stärkeren Befall in Dithmarschen und bei Bordesholm im Jahre 1945.

1951 konnten zahlenmäßige Erhebungen leider nur in einzelnen Teilen des Landes durchgeführt werden. Folgende Befallsfeststellungen wurden getroffen: Gegend Rickling, Kreis Segeberg, ganz vereinzelt; Gegend Quickborn ganz vereinzelt; Gegend Glückstadt ebenfalls schwach (briefliche Mitteilung Dr. BUHL's, BBA., Außenstelle Glückstadt); Geestgebiete der Kreise Segeberg, Pinneberg und Steinburg nach Angaben Dr FISCHER's Rellingen, schwach; Fahrenwinkel, Süderdithmarschen, 21% Befall; Gut Emkendorf, Kreis Rendsburg, leichter bis mittlerer Befall. Weitere Befallsfeststellungen für das Jahr 1951 sind aus der Tabelle 5 zu ersehen.

*Tabelle 5.* Regionale Verbreitung der Drehherzmücke. Befallserhebungen in Kohlrübenbeständen im Oktober/November 1951 in Schleswig-Holstein (am = anmoorig, S = Sand, sL = sandiger Lehm, lS = lehmiger Sand, hS = humoser Sand, a = gepflanzt, b = gedrillt)

| Ort | Kreis | Kohlrüben-sorte | Anbau-methode | Anbau-termin | Bodenart | Befall je 100 Pflanzen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Reihen | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 |
| Keelbek | Flensburg | Seefelder | a | Ende VI. | am | 37 | 17 | 16 |
| Niendorf | Rendsburg | Niendorfer | a | 20. VI. | am | 4 | 3 | 6 |
| Heinkenb. | Rendsburg | Heinkenb. | a | Mitte VI. | S | 7 | 11 | 12 |
| Heinkenb. | Rendsburg | Heinkenb. | b | 10. V. | S | 13 | 12 | 13 |
| Gnutz [1]) | Rendsburg | ohne Namen | b | Ende IV. | hS | 93 | 83 | 95 |
| Remmels | Rendsburg | Seefelder | b | Ende IV. | hS | 54 | — | — |
| Hohenwest. | Rendsburg | Seefelder | a | Ende VI. | hS | 10 | — | — |
| Husby | Flensburg | Seefelder | a | Mitte VI. | sL | 62 | 58 | 41 |
| Husby | Flensburg | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 83 | 91 | 77 |
| Westerakeby | Schleswig | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 89 | 82 | 68 |
| Boren | Schleswig | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 93 | 92 | 90 |
| Süderbrarup | Schleswig | Seefelder | b | Anfang V. | lS | 70 | 67 | 70 |
| Fleckeby | Eckernförde | Seefelder | b | Mitte IV. | lS | 95 | 93 | 96 |
| Fleckeby | Eckernförde | Seefelder | b | Mitte V. | sL | 73 | 71 | 79 |
| Kopperby | Eckernförde | Brandts | b | Ende IV. | sL | 73 | 71 | · |
| Olpenitz [2]) | Eckernförde | Seefelder | b | Anfang V. | lS | 65 | 40 | 35 |
| Loitmark [2]) | Eckernförde | Seefelder | b | Anfang V. | lS | 21 | 26 | 20 |
| Bohnert | Eckernförde | Frankenst. | b | Ende IV. | lS | 91 | 97 | — |
| Revensd. | Eckernförde | ? | b | Ende IV. | hS | 41 | — | · |

[1]) auf demselben Schlage standen 1950 ebenfalls Kohlrüben
[2]) große Gutsflächen

Die im Jahre 1952 durchgeführten Befallserhebungen wurden in einer weiteren Übersicht zusammengestellt (Tabelle 6). Die Einordnung erfolgte, wie auch in Tabelle 5, nach der geologischen Gliederung des Landes, im Norden beginnend. Die laufenden Nummern der Tabelle 6 sind in die nachgebildete Karte „Geologische Landschaftsgliederung von Schleswig-Holstein" (Wolff, 1922) eingetragen worden (Abb. 7a).

Die Einordnung wurde bewußt so gewählt. Betrachtet man nämlich den Umfang des Kohlrübenanbaus in Schleswig-Holstein (Abb. 13), so erkennt man, daß stärkerer Anbau besonders in den Geestgebieten vertreten ist. In den Marschen und auf Fehmarn ist der Anbau von Kohlrüben von untergeordneter Bedeutung. Ähnliche Verhältnisse, wenn auch nicht ganz so deutlich, sind in den Grundmoränegebieten Stormarns, Lauenburgs und Lübecks und in den Kreisen Eutin, Oldenburg und Plön zu finden. In den Kreisen Eckernförde und vor allem Schleswig und Flensburg werden auch auf den schwereren Böden der Moräne in starkem Maße Kohlrüben produziert. Der Anbau liegt demnach schwerpunktmäßig in den Geestgebieten und den Moräneböden im Nordosten des Landes, also dort, wo die Untersuchungen und Beobachtungen, die dieser Arbeit zugrunde liegen, in erster Linie durchgeführt wurden.

Die Befallserhebungen zeigen, daß *Contarinia nasturtii* mehr oder weniger stark in ganz Schleswig-Holstein vorkommt. Auffallend ist jedoch, daß der Befall bis auf wenige Ausnahmen in den Marschen und vor allem auf den besseren Böden entlang der Ostseeküste mit Schwerpunkt im Nordosten des Landes höher liegt als in den Geestgebieten.

Abb. 7a. Übersichtskarte von Schleswig-Holstein mit Skizzierung der Geestbezirke, Hauptkohlrübenanbau- und besonderen Befallsgebiete sowie der Zählstationen zur Feststellung des regionalen Befalls

Es wurde bereits festgestellt, daß Mitte Juni gepflanzte Kohlrübenbestände weniger stark befallen werden als Ende April/Anfang Mai gedrillte Schläge. Zweifellos wird deshalb die in weiten Gebieten der Geest gebräuchliche Pflanzmethode die geringeren Ausfälle durch *Contarinia nasturtii* zu einem wesentlichen Teil bedingen. Jedoch weisen Geestbezirke um Niebüll, Leck, Wanderup, Schafflund und Jerrishoe in den Kreisen Südtondern und Flensburg, wo vornehmlich Ende April/Anfang Mai gedrillt wird, ebenfalls wesentlich geringeren Befall auf als beispielsweise die be-

*Tabelle 6.* Regionale Verbreitung der Drehherzmücke. Befallserhebungen in Kohlrübenbeständen im September/Oktober 1952 in Schleswig-Holstein. (a = gepflanzt, b = gedrillt, M = Marschboden, L = Lehmboden, S = Sand, sL = sandiger Lehm, lS = lehmiger Sand, am = anmoorig, hS = humoser Sand, 1 = linker Feldrand, 2 = rechter Feldrand, 3 = Feldmitte)

| Zählstation[1] | Kohlrübensorte | Anbaumeth. | Anbautermin | Bodenart | Befall je 200 Pflanzen | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Mückenbefall | | | Fäule | | |
| | | | | | Reihen | | | | | |
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Seefelder | b | Ende IV. | sL | 175 | 168 | 165 | 78 | 83 | 77 |
| 2 | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 106 | 140 | 108 | — | — | — |
| 3 | Seefelder | b | Ende IV. | sL | 146 | 173 | 120 | 118 | 116 | 81 |
| 4 | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 86 | 76 | 84 | — | — | — |
| 5 | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 116 | 106 | 99 | — | — | — |
| 6 | Seefelder | b | Ende IV. | sL | 151 | 146 | 161 | 74 | 67 | 81 |
| 7 | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 116 | 148 | 148 | 14 | 39 | 25 |
| 8 | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 101 | 63 | 23 | 3 | 0 | 11 |
| 9[2] | Seefelder | b | Ende IV. | lS | 94 | 81 | 64 | 15 | 25 | 13 |
| 10 | Seefelder | b | Anfang V. | sL | 126 | 150 | 92 | 52 | 74 | 54 |
| 11 | Seefelder | b | Anfang V. | lS | 123 | 133 | 102 | 16 | 4 | 8 |
| 12 | Wilhelmsb. | b | Anfang V. | sL | 102 | 123 | 96 | 25 | 48 | 28 |
| 13 | Sortengem. | b | Anfang V. | sL | 103 | 83 | 73 | 8 | 4 | 2 |
| 14 | Sortengem. | b | Anfang V. | L | 107 | 86 | 83 | 12 | 3 | 5 |
| 15 | Sortengem. | b | Anfang V. | L | 93 | 116 | 73 | 6 | 2 | 3 |
| 16 | Wilhelmsb. | a | Ende VI. | S | 9 | 8 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| 17 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 13 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | Seefelder | a | Mitte VI. | sL | 51 | 37 | 37 | 3 | 2 | 0 |
| 19 | Niendorfer | b | Anfang V. | L | 141 | 126 | — | 8 | 5 | — |
| 20 | Wilhelmsb. | a | Mitte VI. | lS | 53 | 44 | 32 | 3 | 2 | 2 |
| 21 | Seefelder | b | Anfang V. | M | 128 | 92 | 64 | 27 | 16 | 14 |
| 22 | Seefelder | b | Anfang V. | M | 102 | 82 | — | 1 | 2 | — |
| 23 | Wilhelmsb. | a | Mitte VI. | M | 27 | 29 | — | 4 | 5 | — |
| 24 | Wilhelmsb. | a | Mitte VI. | M | 42 | — | — | 12 | — | — |
| 25 | Heinkenb. | a | Mitte VI. | M | 57 | 47 | — | 2 | 4 | — |
| 26 | Seefelder | a | Mitte VI. | M | 59 | 32 | 31 | 3 | 1 | 7 |
| 27[3] | Seefelder | b | Anfang V. | M | 126 | 98 | 36 | — | — | — |
| 28[3] | Seefelder | b | Mitte IV. | M | 132 | — | 52 | — | — | — |
| 29 | Vogesa | b | Anfang V. | S | 27 | 22 | 25 | 2 | 0 | 0 |
| 30 | Hoffmanns | b | Anfang V. | hS | 65 | 40 | 62 | 5 | 0 | 3 |
| 31 | Seefelder | b | Anfang V. | am | 55 | 46 | 28 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | Seefelder | b | Anfang V. | hS | 71 | 43 | 27 | 3 | 0 | 0 |
| 33 | Seefelder | b | Mitte V. | S | 33 | 43 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | Seefelder | b | Mitte V. | S | 59 | 31 | 36 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | Seefelder | b | Ende IV. | S | 27 | 39 | 19 | 0 | 0 | 0 |
| 36 | Seefelder | b | Anfang V. | S | 39 | 38 | 28 | 2 | 3 | 0 |
| 37 | Seefelder | b | Ende IV. | S | 12 | 45 | 7 | 4 | 8 | 3 |
| 38 | Seefelder | b | Anfang V. | S | 53 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 39[4] | Seefelder | b | Anfang V. | hS | 78 | 69 | 37 | 12 | 10 | 6 |
| 40[4] | Seefelder | b | Anfang V. | S | 23 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 41[4] | Seefelder | a | Ende VI. | S | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42[4] | Vogesa | a | Mitte VI. | am | 24 | 24 | 12 | — | — | — |
| 43 | Seefelder | a | Mitte VI. | am | 38 | 20 | 28 | — | — | — |
| 44 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 4 | 17 | 7 | — | — | — |
| 45 | Seefelder | b | Mitte V. | S | 15 | 10 | 5 | — | — | — |
| 46 | Seefelder | b | Ende IV. | S | 28 | 28 | 30 | — | — | — |
| 47 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 4 | 15 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 48 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 10 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | Wilhelmsb. | a | Mitte VI. | S | 7 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 12 | 12 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 51 | Heinkenb. | a | Mitte VI. | hS | 8 | 8 | 4 | 0 | 0 | 0 |

| Zählstation[1]) | Kohlrübensorte | Anbaumeth. | Anbautermin | Bodenart | Befall je 200 Pflanzen Mückenbefall Reihen 1 | 2 | 3 | Fäule Reihen 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 52 | Heinkenb. | a | Mitte VI. | am | 23 | 33 | 12 | 0 | 3 | 2 |
| 53 | Heinkenb. | a | Mitte VI. | hS | 15 | 12 | 6 | 1 | 1 | 1 |
| 54 | Niendorfer | a | Mitte VI. | hS | 15 | 16 | 7 | 2 | 0 | 0 |
| 55 | Seefelder | a | Mitte VI. | hS | 11 | 15 | 7 | 0 | 2 | 0 |
| 56 | Vogesa | a | Mitte VI. | S | 5 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57 | Heinkenb. | a | Mitte VI. | hS | 12 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 58 | Wilhelmsb. | a | Mitte VI. | hS | 28 | 12 | 17 | 0 | 0 | 0 |
| 59 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 6 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | Wilhelmsb. | b | Ende VI. | hS | 31 | 17 | 10 | 1 | 0 | 0 |
| 61 | Seefelder | a | Mitte VI. | S | 7 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 62 | Seefelder | a | Mitte VI. | hS | 31 | 29 | 22 | 3 | 1 | 1 |
| 63 | Seefelder | a | Mitte VI. | hS | 32 | 22 | 16 | 1 | 1 | 0 |
| 64 | Seefelder | a | Mitte VI. | hS | 39 | 25 | 15 | 2 | 0 | 0 |
| 65 | Hoffmanns | a | Mitte VI. | hS | 23 | 17 | 12 | 1 | 0 | 0 |
| 66 | Sortengem. | a | Mitte VI. | S | 23 | 37 | 13 | 1 | 0 | 0 |
| 67 | Sortengem. | a | Ende VI. | S | 16 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| 68 | Niendorfer | a | Mitte VI. | S | 13 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |

[1]) siehe Abbildung 7a
[2]) Gutsfläche
[3]) am 5. VIII. ausgezählt
[4]) am 28. VIII. ausgezählt

nachbarten Gebiete Angelns, so daß das Pflanzverfahren nicht der alleinige Grund sein kann.

Ein Unterschied im Vorhandensein geeigneter Wirtspflanzen fällt als begründete Ursache auch nicht entscheidend ins Gewicht. Die Kohlrübe ist als geeignete Wirtspflanze überall auf der Geest vorhanden. Gärten und Gärtnereien als mögliche Verseuchungsquellen sind ebenfalls verbreitet anzutreffen, vor allem auch in den Geestgebieten am Stadtrand von Hamburg, wo trotzdem kein stärkerer Befall festgestellt wurde. Der auf den schweren Böden vertretene Winterraps (etwa 7000 ha) fällt als Wirt praktisch aus. Sommerraps, Kohlrübensamen- und Kohlsamenbestände nehmen mit Ausnahme beider Dithmarschen eine zu geringe Fläche ein, um als entscheidender Faktor gelten zu können.

Unterschiedliche Niederschlagsmengen scheiden ebenfalls als Begründung für den geringeren Befall auf der Geest aus, da gerade hier (westlich Flensburg) stellenweise die größten Regenmengen im Lande verzeichnet werden.

Die nach BARNES (1946) von englischen Entomologen geäußerte Ansicht, daß das Auftreten von *Contarinia nasturtii* in Küstenlagen stärker ist als im Binnenlande — DRY (1915) ist gegenteiliger Meinung —, kann ebensowenig ausschlaggebend sein, weil Geestgebiete in unmittelbarer Nähe der Westküste die gleichen Verhältnisse zeigen wie im Innern des Landes. Außerdem dürfte wegen der geringeren Entfernung von Küste zu Küste wohl zumindest der Norden des Landes als Seelage gelten.

Meiner Ansicht nach bleibt als erklärbare Ursache für das geringere Schadauftreten in den Geestgebieten nur der Zustand des Bodens selbst übrig. Es ist bekannt, daß die Drehherzmücke für ihre Entwicklung reichliche Feuchtigkeit gebraucht. Meine dargestellten Versuche ergaben, daß bei

trockenem Sand oder trockener Sandauflage kein oder nur sehr geringer Schlupf zustande kommt. Andererseits ist bekannt, daß der Geestboden in Trockenperioden in wenigen Tagen bis zu der häufig vorhandenen Ortsteinschicht austrocknen kann, so daß sogar der Pflanzenbestand unter Umständen eingeht. Die rötlich schimmernden Dauerweiden in manchen Sommern sind ein Beweis für die schlechte wasserhaltende Kraft des Bodens. Bedeckt das Blätterdach den Erdboden schlecht, was häufig bis Ende Juli der Fall ist, so können die Verhältnisse auf einem Kohlrübenfeld noch ungünstiger liegen.

Es ist zu erwarten, daß in aufeinanderfolgenden Jahren mit günstigen Niederschlagsmengen und günstiger Verteilung der Niederschläge auch auf der Geest eine stärkere Massenvermehrung zustande kommt. Die Frage kann leider rückwirkend nicht geklärt werden, da Befallserhebungen in ausreichendem Maße nicht vorhanden sind.

## VI. Schadbild und Fäule

Es braucht kaum besonders betont zu werden, daß die richtige Erkennung des Drehherzmückenbefalls, vor allem auch im Hinblick auf andere Schädigungen, von Bedeutung ist. Ich konnte jedoch feststellen, daß die wenigsten Praktiker das Schadbild kennen.

Barnes (1946) schreibt: „Many necked conditions in swedes and turnips is also caused by other insects and by rodents." Noll u. a. (1942) erwähnen, daß Schäden durch *Thrips angusticeps* und Blattläuse schwach ausgebildeten Drehherzen zum Verwechseln ähnlich sehen können. Letzteres mag für junge Kohlpflanzen zutreffen, ist nach meinen Beobachtungen bei Kohlrüben jedoch nicht oder allenfalls sehr selten der Fall. Obwohl Thripse an Pflanzen — vor allem auch neben Larven der Drehherzmücke in den Kräuselstellen — vorkamen, konnte niemals eine durch dieses Insekt verursachte erkennbare Schädigung gefunden werden. Bei Läusebefall faltet sich das Blatt ein (Abb. 8), zeigt aber niemals die für Befall durch *Contarinia nasturtii* typischen Kräuselungen und die damit verbundene Verhärtung der Blattpartie.

Abb. 8. Kohlrübenblätter — von links nach rechts: gesundes Blatt, älterer Befall durch *Contarinia nasturtii* Kieff., Blattlausbefall, Virusbefall

Um sichere Unterschiede der Befallsbilder zu gewinnen, wurde je ein Isolierkasten mit Larven der Drehherzmücke und mit der Kohlblattlaus *(Brevicoryne brassicae)* beschickt. Die erhaltenen Befallsbilder stimmten mit den im Freiland gemachten Beobachtungen völlig überein und lassen sich voneinander klar unterscheiden.

Am leichtesten ist vielleicht noch eine Verwechselung zwischen Drehherzmückenbefall und Kohlrübenvirus (Abb. 8) möglich. Bei letzterem

fehlen jedoch die Saugstellen und typischen Deformationen. Außerdem sind gewöhnlich sämtliche jüngeren, später überhaupt alle Blätter vollständig gekräuselt.

Vernarbte Wunden infolge mechanischer Beschädigung und Fraß durch andere Tiere lassen sich von *Contarinia*-Befall durch Fehlen der Kräuselungen und Verbeulungen an den Blattspreiten unterscheiden.

Mit einiger Übung ist daher die Ansprache eines Drehherzmückenbefalls mit Sicherheit möglich.

Die Zeitspanne bis zum Sichtbarwerden des Schadbildes ist von der Wachstumsintensität der Pflanze und der Anzahl der saugenden Larven abhängig. Während bei der Sommergeneration die ersten Symptome 2 bis 3 Tage nach dem Schlüpfen der Larven zu erkennen waren, vergingen im allerdings sehr kühlen September 1952 5—6 Tage bis zum Sichtbarwerden. NOLL u. a. (1942) geben an, daß jüngere Pflanzen bereits nach 2, größere nach 3—6 Tagen den Befall zeigen; nach TAYLOR (1912) vergehen 3 bis 4 Tage.

MEYER (1945) bringt eine sehr eingehende Beschreibung des Befallsbildes bei Kohl, Winter- und Sommerraps, Kohlrüben und Kohl- und Kohlrübensamenträgern aus Dithmarschen. Auf die Beschreibung der Symptome bei den Samenträgern sei besonders hingewiesen.

Man beobachtet immer wieder, daß das Schadbild bei Kohlrüben sehr unterschiedliche Gestalt aufweisen kann. Sie ist bedingt durch die Lage der Saugstellen und ändert sich mit dem Wachstum der Pflanze.

Bei Befall der jungen Herzblätter werden gewöhnlich die Blattstiele zur Mitte eingebogen und die Blattspreiten fest ineinander verkeilt, so daß die inneren Blattpartien Mangel an Chlorophyll aufweisen. Erst nach geraumer Zeit lösen sich die Blattspreiten voneinander und stehen dann meist stark deformiert im Bestand. Daneben findet man Befallsbilder, bei denen sich durch starke Biegung des Stengels das geschädigte Blatt fest über die Herzpartie legt, so daß sich die jungen Blätter zunächst nicht richtig entfalten können und später gedrungenen, büscheligen Habitus aufweisen.

Die durch das Saugen hervorgerufenen Wunden vernarben, wenn keine Fäule hinzutritt, meistens sehr schnell, so daß die braunen Stellen häufig schon sichtbar werden, bevor die Larven zur Verpuppung abgewandert sind. Die Wunden können bei älteren Blättern mit fortschreitendem Wachstum 5—8 mm Tiefe und 10—15 mm Durchmesser erreichen.

Nicht selten, vor allem wenn zur Zeit der Eiablage genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, werden nicht nur die jüngsten Herzblätter und deren Stengelbasis, sondern darüber hinaus die Mittelrippen zwischen der Blattspreite sowie die Blattspreiten selbst und die äußeren Blätter befallen. Hierbei bilden sich dann häufig gallenähnliche Wucherungen.

Die Kräuselung der Blattspreite (Abb. 9), die für den Drehherzmückenbefall so typisch ist, konnte auch an den Blättern beobachtet werden, an denen nur Larven am Stengelgrund sogen. Diese Tatsache deutet darauf hin, daß nicht nur unmittelbarer Saugwirkung, sondern auch vielleicht der Ausscheidung von Wirkstoffen Bedeutung zukommt. Ich versuchte die Kräuselung dadurch hervorzurufen, daß ich Saft von zerquetschen Larven auf Stiel und Blattspreiten junger Kohlrübenpflanzen auftrug, wobei die behandelte Partie bei der einen Versuchsserie unverletzt, bei der anderen mit Hilfe eines Skalpells eingeritzt wurde. Jede Versuchsgruppe bestand

aus 10 Pflanzen und wurde in einfacher Wiederholung angelegt. Kontrollen erfolgten 18 Tage lang täglich. Die Versuche brachten ein negatives Ergebnis. Die Kräuselung konnte in keinem Falle erreicht werden.

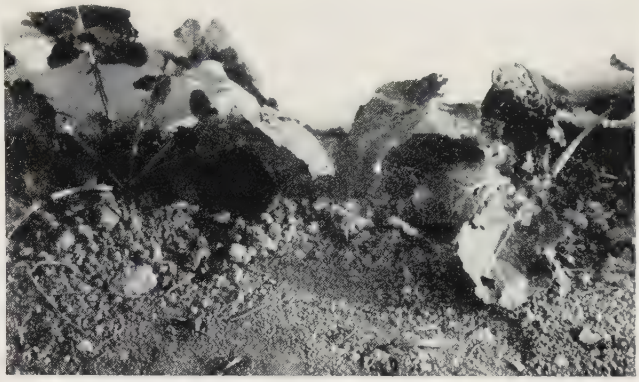


Abb. 9. Junge Kohlrübenpflanzen; nicht befallen (links), etwa 10 Tage alter Befall durch *Contarinia nasturtii* Kieff. (rechts)

Mit fortschreitender Entwicklung der Pflanze werden die befallenen jungen Triebe zu äußeren Blättern bis schließlich der Abwurf erfolgt, so daß, unter der Voraussetzung eines fehlenden Neubefalls durch spätere Generationen, der Befall nicht mehr erkennbar ist. Es kommt vor, daß eine zunächst stark befallene, völlig verunstaltete Pflanze später vollkommen normales Blattwerk aufweisen kann.

Starke Beachtung verdienen die Fragen, die sich auf die Korrelation zwischen Drehherzmückenbefall und Fäule der Kohlrüben beziehen. Barnes (1946) schreibt, daß die Fäule oft schädlicher sei als der Mückenbefall selbst. Walton (1927) und Davies (1931) sind der Ansicht, daß keine direkten Beziehungen zwischen Drehherzmückenbefall und Bakterienfäule bestehen. Nach Leefmans (1938) besteht ein deutlicher Zusammenhang. Noll u. a. (1942) berichten, daß nach warmem, feuchtem Wetter oft Herzfäule auftritt, am meisten bei Weißkraut, Welschkraut und Kohlrüben, daß aber die Fäule nicht immer beweist, daß *Contarinia*-Befall vorausgegangen ist.

Ich konnte bei meinen Beobachtungen während der Jahre 1949 bis 1952 feststellen, daß die Fäule Ertragsdepressionen stärker beeinflußt als der Drehherzmückenbefall durch Verringerung der Assimilationsfläche, da die Pflanze im Laufe des Wachstums ohnehin fortlaufend neues Laub bildet und die älteren Blätter abwirft. Weiter war deutlich eine Beziehung zwischen Drehherzmückenbefall und Fäule feststellbar. Letztere äußert sich auf zweierlei Weise:

In den Blattachseln der äußeren Blätter bilden sich kleine Faulstellen, die sich ausbreiten und stengelaufwärts fortschreiten. Der Stiel löst sich schließlich von der Rübe. Die Herzblätter bleiben dabei erhalten, so daß die Pflanze nach einiger Zeit wieder recht ansehnliches Blattwerk zeigt. Diese Erscheinung beobachtet man bereits Anfang Juli, und zwar meist dort, wo sich die Feuchtigkeit länger hält, also im Windschatten von Wallhecken usw. Es sind gewöhnlich nur einzelne Pflanzen im Bestand, die diese Symptome zeigen, und oft an den Pflanzen nur wenige Blätter. Nicht immer kann dabei einwandfrei vorausgehender Drehherzmückenbefall als Ursache erkannt werden, obwohl meist dort die Erscheinung am häufigsten wahrnehmbar ist, wo stärkster Drehherzmückenschaden vorliegt, also zur Zeit des ersten Auftretens an den Wallhecken und Feldrändern. Es dürften

hierbei aber auch Erdflöhe, Rapserdflöhe, Fliegenlarven, evtl. Kohltriebrüßler und andere Schaderreger beteiligt sein, die durch ihren Fraß Eingangspforten für die Bakterien schaffen (NOLL u. a. 1942). Begünstigt wird diese „Blattachselfäule" der äußeren Blätter durch die auch in längeren Trockenperioden durch Tau und Niederschläge hervorgerufenen Wasseransammlungen in den Achseln der Blätter. Insgesamt gesehen hat diese Fäule bei Kohlrüben keine besondere wirtschaftliche Bedeutung.

Die zweite Art, die Herzfäule, setzt unmittelbar über dem Vegetationskegel an, wo die Stiele der jungen Herzblätter und auch teilweise die Blattspreiten zu faulen beginnen. Die schon zur Entfaltung gekommenen etwas größeren Triebe, die aber noch auf oder am Vegetationskegel stehen, brechen zusammen. Meist dringt dann die Fäule in den Hals der Rübe ein (Halsfäule) und kann sich, wenn günstige Entwicklungsbedingungen für die Schaderreger vorliegen, bis tief in den Rübenkörper fortsetzen. Häufig bleibt dann nur noch ein fingerbreiter, gesunder äußerer Rand stehen. Oft kommt allerdings das Vordringen der Fäule wenige mm oder cm tief bereits

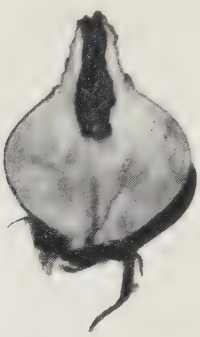


Abb. 10. Kohlrübe; völliger Blattverlust und Herz- und Halsfäule infolge Befalls durch *Contarinia nasturtii* Kieff.

Abb. 11. Kohlrübe; Herzfäule infolge Befalls durch *Contarinia nasturtii* Kieff. im Stadium des Übergreifens auf die Außenblätter

zum Stillstand und die Wunden vernarben (Abb. 10). Die großen äußeren Laubblätter, die am Rübenhals unterhalb des Vegetationskegels stehen, fallen nach und nach ebenfalls ab (Abb. 11), so daß dann der Rübenkörper völlig entblättert ist. Bedingt durch das ausgezeichnete Regenerationsvermögen der Kohlrübe treiben meistens nach einiger Zeit Blattknospen am Hals aus und es entsteht dann ein Blattbüschel. Niemals kommt es jedoch am Hauptvegetationspunkt zu neuer Blattbildung.

Bemerkenswert ist nun, daß bei dieser zuletzt geschilderten Herzfäule immer Drehherzmückenbefall unmittelbar über dem Vegetationskegel festgestellt werden konnte. Parzellen, auf denen der Befall durch Behandlung mit Insektiziden erheblich eingeschränkt wurde, zeigten kaum herzfaule Rüben.

Es besteht meiner Ansicht nach deshalb kein Zweifel darüber, daß die oben geschilderte Herzfäule im wesentlichen, wenn nicht ausschließlich, auf eine Schädigung durch die Drehherzmücke zurückzuführen ist. Dagegen braucht Befall durch *Contarinia nasturtii* nicht unbedingt zur Herzfäule führen, vor allem dann nicht, wenn die Saugstellen vom Hauptvegetationspunkt entfernt liegen. Es kommt vor, daß Felder mit etwa gleich starker Befallsintensität in der Anzahl der faulen Rüben sehr voneinander abweichen. Auf den einzelnen Feldern ist allerdings dort die Herzfäule im allgemeinen am stärksten, wo dichtester Drehherzmückenbefall vorliegt.

Über die neben *Contarinia nasturtii* die Herzfäule beeinflussenden Faktoren herrscht bis jetzt noch weitgehende Unklarheit. Soweit mir bekannt ist, sind die als Erreger in Frage kommenden Bakterien noch nicht genau identifiziert. Walton (1927) und Davies (1931) nennen *Pseudomonas destructans* und den Pilz *Phoma lingam.* Meyer (1945) konnte eine stabförmige, alkaliliebende Art isolieren. Zahlreiche Autoren wie Barnes (1946), Taylor (1912), Rostrup und Thomsen (1931) u. a. halten größere Feuchtigkeitsmengen für notwendig; Noll u. a. (1942) Wärme und Feuchtigkeit. Außerdem soll nach letztgenannten Verfassern stärkere Stickstoffdüngung die Fäule begünstigen. Ich konnte beobachten, daß bei Kohlrüben in üppiger Kultur die Fäule stärker in Erscheinung tritt als umgekehrt. Nach Klee als Vorfrucht ist sie bei genügend Drehherzmückenbefall gewöhnlich immer recht stark.

Der ganze Fragenkomplex bedarf noch sehr intensiver Bearbeitung. Vielleicht kann man über besondere Düngungsmaßnahmen und Resistenzzüchtung zu einem Erfolg kommen, so daß sich weitere Bekämpfungsmaßnahmen erübrigen. Es sei allerdings betont, daß die in der Praxis weit verbreitete Ansicht, eine Bordüngung könnte die Fäule abschwächen, nicht zutrifft.

Die Herzfäule tritt in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich auf, während mit Drehherzmückenbefall anscheinend in jeder Vegetationsperiode gerechnet werden muß. Ich beobachtete 1949 starkes Auftreten der Herzfäule in den Kreisen Eckernförde, Flensburg und Schleswig, wo Felder zum Teil 50 % und mehr faule Kohlrüben aufwiesen. 1950 waren im Durchschnitt der ausgezählten Felder in Angeln und Schwansen 20 bis 30 % der Rüben herzfaul; jedoch vernarbten die Wunden im allgemeinen sehr bald. 1951 ergab sich ein etwa gleiches Bild. 1952 trat die Fäule sehr verschieden stark auf, kam aber wahrscheinlich infolge sinkender Temperaturen und verhältnismäßig geringer Niederschlagstätigkeit — Taubildung

fehlte fast völlig — ab 20. August ziemlich zum Stillstand. Neue Blattaustriebe waren Anfang September zu beobachten. Die 3. Larvengeneration brachte trotz genügender Feuchtigkeit Ende September/Anfang Oktober keine erneute Fäule.

Es konnte weiter beobachtet werden, daß die Herzfäule ziemlich schlagartig einsetzt. In Angeln hört man von den Bauern, daß die Kohlrüben in der Zeit um Brarupmarkt (Ende Juli/Anfang August) zu faulen beginnen. 1949 konnte ich die ersten Fäuleerscheinungen Anfang August beobachten; 1950 am 27. Juli; 1951 Ende Juli vereinzelte und ab 5. August stärkere. 1952 traten die ersten herzfaulen Pflanzen am 28. Juli ganz sporadisch auf, Mitte August dann sehr stark.

In allen Beobachtungsjahren war klar ersichtlich, daß die Herzfäule im wesentlichen erst durch die 2. Larvengeneration ausgelöst wurde. Da, wie vorher erwähnt, die Ertragsdepression hauptsächlich durch die Fäule und den damit meist verbundenen totalen Blattverlust hervorrufen wird, kommt der Ausschaltung der 2. Larvengeneration besondere Bedeutung zu.

## VII. Andere Tiere in der Lebensgemeinschaft des Kohlrübenfeldes

Die zusammen mit der Drehherzmücke vorkommende Fauna auf dem Kohlrübenfeld ist recht mannigfaltig. Ich kann hier nur einige häufige Vertreter aus der Vegetationsschicht anführen.

In den Schlupfkästen, die zur Feststellung des Erstauftretens der Drehherzmücke auf vorjährigen Kohlrübenschlägen aufgestellt wurden, fingen sich im Mai und Juni neben *Contarinia nasturtii* unter anderem: Thripse, Rüsselkäfer, Spinnen, Fliegen, Rapsglanzkäfer, Schlupfwespen, Zehrwespen, Trauermücken, Dungmücken und vor allem eine Gallmückenart, die sich von der Drehherzmücke dadurch unterscheidet, daß die Fühlerglieder des Männchens abwechselnd mit einem runden und zylindrischen Knoten ausgestattet sind und das Weibchen einen völlig anderen Genitalapparat ohne vorstreckbare Legeröhre aufweist. Außerdem ist beim Weibchen der Abstand der Fühlerknoten voneinander wesenlich größer als bei der Drehherzmücke. In Größe, Ausfärbung und Gestaltung der Querbinden gleichen beide Geschlechter *Contarinia nasturtii* auffallend. Diese Gallmückenart fing ich auch später bei den folgenden Generationen mit der Drehherzmücken zusammen in den Schlupfkästen und mittels Exhaustor unter dem Blattwerk. Möglicherweise handelt es sich bei dem Tier um eine zoophag lebende Art.

Das Schlüpfen von *Contarinia tritici* Kirby, der Weizengallmücke, und der ersten Generation von *Contarinia nasturtii* fallen wohl in den meisten Jahren in die gleiche Zeit. 1952 fing ich die ersten Weizengallmücken am 12. Juni auf einem Kohlrübenschlag, auf dem 1951 Weizen gestanden hatte. In den folgenden Tagen wurden sie auf jedem kontrollierten Weizenfeld in Angeln und Schwansen zum Teil in recht beträchtlicher Zahl beobachtet. Morphologisch gibt es zwischen den beiden Arten nur schwer zu erkennende Unterschiede. Die Fühler der Männchen sind gleichermaßen ausgebildet. Lediglich der Fortsatz des Endgliedes ist bei *tritici* länger (Abb. 2a). Flügel, Körper und Genitalapparat ähneln sich auffallend. Bei den Weibchen sind als Unterschiede anzuführen: Der Fortsatz des Endgliedes ist bei *tritici* länger (Abb. 2c); Messungen an Alkoholmaterial

erbrachten bei *nasturtii* beim 2. Fühlerglied einen Längenunterschied zwischen Knoten : Stiel von 10 : 1, beim 5. Glied 6 : 1; bei *tritici* betrugen die entsprechenden Zahlenverhältnisse 8 : 1 und 3 : 1. Weitere Abweichungen wurden nicht bemerkt. Betrachtet man beide Arten gemeinsam unter der Lupe, so fällt allerdings auf, daß die Weizengallmücke etwas heller ausgefärbt und größer ist.

Die beträchtliche Zahl der im Juni 1952 schlüpfenden Weizengallmücken gestattete genauere Beobachtungen. Die Tiere waren, auf dem Acker umherlaufend, deutlich mit bloßem Auge erkennbar. Es ließen sich sogar Männchen und Weibchen unterscheiden. Erstere waren sehr unruhig, letztere weniger aktiv. Meist hielten sich die Tiere in kleinen Bodenvertiefungen auf, um vor Wind geschützt zu sein. An den noch kleinen Kohlrübenpflanzen wurden die Mücken in keinem Falle festgestellt. Die Tiere waren den ganzen Tag bis zum Einbruch der Dunkelheit in Bewegung. Beim Kescherfang in Weizenfeldern wurden ausschließlich Weibchen gefangen, ein Zeichen dafür, daß die Copula am Schlüpfort vor sich geht und die Männchen bald danach absterben (Bollow, 1952). Ähnlich dürften die Verhältnisse bei *Contarinia nasturtii* liegen.

Im Laufe der weiteren Schlupffeststellungen auf den Kohlrübenschlägen wurden zum Teil in erheblichem Maße *Myzus persicae, Brevicoryne brassicae* und andere Blattlausarten gefangen. Die Blattläuse hielten sich dabei neben Thripsen, Schnecken, Fliegenlarven und Rüsselkäfern mit Vorliebe in den von den Drehherzmückenlarven verursachten Kräuselungen auf. Die Fliegen, welche sich in den Fangkästen fingen, ergaben nach Bestimmung durch Herrn Dr. Emeis (Flensburg) die Schalottenfliege *(Hylemyia platura,* die als Schädling der verschiedensten Gemüsepflanzen bekannt ist.

Besondere Beachtung verdient in diesem Zusammenhang die Frage nach den natürlichen Feinden der Drehherzmücke. Dry (1915) erwähnt Empididen und kleine Spinnen, welche die Mücken aussaugen. Weiter sollen eine Anzahl von Proctotrupiden die Larven parasitieren. Noll u. a. (1942) zogen Chalcididen und Platygasterinen (Proctotrupiden). Bovien und Knudsen (1950) fanden die Chalcidide *Pirene exima* Halidey in beachtlicher Zahl und sehen in dem Auftreten des Nützlings einen entscheidenden Begrenzungsfaktor.

Ich konnte während des Sommers 1952 wiederholt Drehherzmücken in Fangnetzen von Spinnen beobachten, die im Kohlrübenbestand angelegt waren.

Bei den bereits vorher erwähnten Aufzuchtversuchen im Labor schlüpften zahlreiche Platygasterinen. Von insgesamt 3180 in 45 Aufzuchtgläsern eingetragenen Larven schlüpften 285 Parasiten, das sind 9 %. Da sich aus den Larven nur 1078 Mücken entwickelten und beim Schlämmen kaum überliegende Larven angetroffen wurden, ist anzunehmen, daß die Zahl der tatsächlich parasitierten Larven noch höher lag. Bringt man die geschlüpften Mücken zu den geschlüpften Parasiten in Relation, so ergibt sich ein Verhältnis von 3,8 : 1. Die Parasiten besitzen also auch in Schleswig-Holstein eine gewisse Bedeutung als begrenzender Faktor.

Die aus Blüten von Kohlrübensamenträgern eingetragenen Drehherzmückenlarven werden anscheinend stärker parasitiert als die an Kohlrüben vorkommenden. Das Verhältnis zwischen geschlüpften Mücken und ge-

schlüpften Parasiten betrug ungefähr 1 : 1. Es lag hier allerdings verhältnismäßig wenig Beobachtungsmaterial zugrunde. Die Anzahl der in den einzelnen Aufzuchtgläsern geschlüpften Parasiten ist sehr unterschiedlich groß. Bei 24 Gläsern mit je 60 eingetragenen Larven schlüpften zwischen 1 und 13 Parasiten. Anscheinend ist die Parasitierung in den Monaten Juni und Juli am stärksten. Ich beobachtete 1952, daß die erste Larvengeneration am meisten, die zweite etwas weniger stark betroffen wurde. In den Aufzuchtgläsern mit Larven der dritten Generation fanden sich lediglich zwei Parasiten.

Bei der ersten Aufzucht im Juni/Juli erschienen die Parasiten 13 bis 18 Tage, meist 15 bis 16 Tage nach dem Schlupf der ersten Mücken; bei der zweiten Aufzucht im August 19 bis 29 Tage, meist 20 bis 22 Tage später. Nach NOLL u. a. (1942) schlüpften die Parasiten etwa 14 Tage nach den ersten Drehherzmücken. Die Schlupfdauer in den einzelnen Aufzuchten war wie bei den Mücken bei der zweiten Generation länger als bei der ersten.

Abb. 12. Parasiten in Larvenhaut (300fach vergr.)

Die Entwicklung des Parasiten von der Eiablage bis zur Imago dauert bei ins Labor eingetragenem, parasitiertem Larvenmaterial etwa 30 bis 35 Tage. Die *Contarinia*-Larve wird jeweils nur mit einem Ei belegt. In zahlreichen Fällen wurden beim Schlämmen von Aufzuchtgläsern Embryonen von Schmarotzern in den Larven erkannt. Diese waren gelblich-grün gefärbt und die Augen als braune Punkte erkennbar. Die *Contarinia*-Larve war dabei zum größten Teil aufgefressen. Die Chitinhaut blieb jedoch erhalten. Außerdem wurden bereits ausgebildete Parasiten (Abb. 12), noch in einem Teil der Larvenhaut steckend, beim Schlämmen von Aufzuchtgläsern gefunden. Parasitierte Larven entwickeln sich nach meinen Beobachtungen nicht weiter, sind aber noch in der Lage, sich einzuspinnen, denn es konnten einzelne Parasiten aus Kokons herauspräpariert werden.

## VIII. Sortenunterschiede

Bereits im Jahre 1950 beobachtete ich einen zum Teil recht erheblichen Befallsunterschied im Kohlrüben-Sortenversuch der Firma P. H. Petersen, Husby, der mir wert erschien, näher geprüft zu werden. Die in den Jahren 1951 und 1952 erhaltenen Bonitierungsergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefaßt.

Der Versuch stand in beiden Jahren im Kohlrübenzuchtgarten der Firma. Vorfrucht war jeweils Weizen mit Klee-Einsaat. Die Anlage er-

folgte nach der Schachbrettmethode. Die Sorten standen in vierfacher Wiederholung. Gepflanzt wurde auf 0,50 × 0,40 m mit Erdtopfballen. Pflanztermin war 1951 der 14. Juni, 1952 der 13. Juni. Ausgezählt wurden 100 Pflanzen je Parzelle.

Wie die Bonitierungen zeigen, ist keine der angeführten 16 Sorten immun gegen Befall durch *Contarinia nasturtii* und die anschließende Herzfäule. Zu gleichen Feststellungen kommen Mesnil (1938), Spithost (1929) und Noll u. a. (1942) bei Kohl. Walton (1927) fand bei elf geprüften Kohlrübensorten kaum einen Befallsunterschied und hält eine Sortenwahl als Abwehrmaßnahme für wenig erfolgversprechend. Davies (1931) stellt dagegen die Wilhelmsburger als weniger anfällig heraus.

Die meisten der von mir geprüften Kohlrübensorten nehmen hinsichtlich der Befallsstärke eine Mittelstellung ein. Eine weitere Differenzierung bei dieser Gruppe ist kaum möglich, da die Befallsunterschiede in den einzelnen Wiederholungen auf Grund unregelmäßiger Befallsverteilung auf dem Felde zu groß sind, so daß sich das Material kaum absichern läßt. Allenfalls wären aus dieser Mittelgruppe die Sorten Gelbe Wilhelmsburger, Seefelder und Bangholm etwas günstiger zu beurteilen. Deutlich weniger angegriffen werden aber die Niendorfer und vor allem die Vogesa. Diese beiden Sorten scheinen auch gegenüber der Herzfäule eine gewisse Resistenz aufzuweisen. Am ungünstigsten stellen sich die Sorten Hohenheimer, Brandt's Weiße, Frankenstolz, Frankengold und vor allem die Gelbe Hoffmann (Mette). Dabei neigen besonders die vier letzten stark zur Herzfäule, eine Tatsache, die Beachtung verdient. In der Tabelle 7 ist der Befallsunterschied zwischen den Sorten Vogesa und Frankengold, die im Versuch in der Wiederholung a nebeneinander standen, besonders eindrucksvoll. Es fällt weiter auf, daß bei den Kontrollen am 10. Juli und 24. Juli 1952, die den Befall nach dem Zuflug der Mücken erfassen, das Schadauftreten verhältnismäßig ausgeglichen erfolgte. Es scheint demnach erst durch die auf dem Felde geschlüpften Mückengenerationen eine unterschiedliche Bevorzugung stattzufinden.

Wichtig ist die Frage nach den Ursachen, die diese Befallsunterschiede bedingen können. Folgende Faktoren dürften von Einfluß sein:

1. Unterschiede im Habitus der Pflanzen und in der Entwicklungsgeschwindigkeit;
2. unterschiedliche Geruchs- und Geschmacksreize auf die Mücke;
3. verschiedenartige physiologische und histologische Eigenschaften der einzelnen Sorten.

In der Wachstumstendenz zeigten sich kaum große Unterschiede. Lediglich die Sorten Frankengold und Frankenstolz hoben sich durch üppige Blattentwicklung bereits Anfang Juli aus dem Gesamtbestand heraus. Sie zeigten später, bis zum Einsetzen der Fäule, zusammen mit der Brandt's Weißen das geschlossenste Laubdach, jedoch stand die Niendorfer diesbezüglich kaum nach. Die Sorte Vogesa wies während der ganzen Wachstumsdauer einen sehr offenen Blattbestand auf, der fast dem Erdboden auflag. Dieser Habitus mit den buchtigen Blättern und der sehr frei liegenden Herzpartie könnte den sehr geringen Befall erklären helfen. Bei der Gelben Hoffmann (Mette) und der Brandt's Weißen wären der dicht geschlossene Herzkegel und die natürliche Aufrauhung der Blätter hervorzuheben, woraus möglicherweise der stärkere Befall resultieren könnte.

*Tabelle 7.* Bonitierung des Kohlrübensortenversuches der Firma P. H. Petersen, Husby, auf Drehherzmückenbefall und Herzfäule in den Jahren 1951 und 1952. (Bei den Zählungen am 20. 8. 1952 wurde der am 10. 7. und 24. 7. festgestellte Befall nicht mit berücksichtigt. D = Drehherzmückenbefall, F = Herzfäule, a, b, c, d = Wiederholungen, M = Mittelwert der 4 Wiederholungen)

| Sorte | | 1951 | | 1952 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 7. 9. | | 26. 9. | | 10. 7. | | 24. 7. | | 20. 8. | | 4. 9. | | 11. 9. | |
| | | D | | F | | D | F | D | F | D | F | D | F | D | F |
| Seefelder | a | 64 | | 8 | | 9 | — | 10 | — | 21 | — | 32 | 3 | 42 | 6 |
| | b | 43 | | 7 | | 10 | — | 12 | — | 20 | — | 31 | 1 | 31 | 3 |
| | c | 48 | | 6 | | 11 | — | 24 | — | 19 | — | 20 | 2 | 20 | 5 |
| | d | 39 | | 6 | | 10 | — | 24 | — | 24 | — | 25 | 1 | 25 | 3 |
| | M | 49 | | 9 | | 10 | — | 18 | — | 21 | — | 27 | 2 | 30 | 4 |
| Gelbe Wilhelmsburger | a | 40 | | 17 | | 18 | — | 23 | — | 17 | — | 31 | 3 | 36 | 5 |
| | b | 35 | | 15 | | 17 | — | 21 | — | 20 | — | 30 | 2 | — | — |
| | c | 29 | | 15 | | 9 | — | 11 | — | 24 | — | 29 | 3 | — | — |
| | d | 31 | | 19 | | 17 | — | 21 | — | 16 | — | 21 | 6 | 24 | 11 |
| | M | 34 | | 17 | | 16 | — | 19 | — | 19 | — | 28 | 4 | 30 | 8 |
| Gleidinger | a | 61 | | 13 | | 14 | — | 18 | — | 25 | — | 52 | 11 | 52 | 18 |
| | b | 53 | | 12 | | 18 | — | 23 | — | 17 | — | 43 | 5 | — | — |
| | c | 57 | | 10 | | 17 | — | 18 | — | 17 | — | 39 | 16 | — | — |
| | d | 49 | | 9 | | 12 | — | 13 | — | 22 | — | 33 | 12 | 35 | 12 |
| | M | 55 | | 11 | | 15 | — | 18 | — | 20 | — | 42 | 11 | 44 | 15 |
| Gelbe Criewener | a | 35 | | — | | 17 | — | 28 | — | 31 | — | 54 | 2 | 54 | 6 |
| | b | 26 | | — | | 17 | — | 25 | — | 15 | — | 29 | 0 | — | — |
| | c | 33 | | — | | 10 | — | 21 | — | 17 | — | 22 | 1 | — | — |
| | d | 30 | | — | | 13 | — | 14 | — | 19 | — | 17 | 1 | 23 | 3 |
| | M | 31 | | — | | 14 | — | 22 | — | 21 | — | 31 | 1 | 39 | 5 |
| Niendorfer | a | 21 | | 6 | | 11 | — | 14 | — | 16 | — | 29 | 2 | 29 | 2 |
| | b | 18 | | 6 | | 7 | — | 7 | — | 14 | — | 29 | — | 29 | 1 |
| | c | 11 | | 12 | | 9 | — | 10 | — | 16 | — | 22 | 0 | 22 | 0 |
| | d | 30 | | 9 | | 21 | — | 12 | — | 12 | — | 20 | 0 | 28 | 1 |
| | M | 20 | | 8 | | 10 | — | 11 | — | 15 | — | 25 | 1 | 27 | 1 |
| Vogesa | a | 19 | | — | | 4 | — | 15 | — | 6 | — | 8 | 2 | 9 | 2 |
| | b | 10 | | — | | 6 | — | 10 | — | 5 | — | 5 | 0 | 7 | 2 |
| | c | 13 | | — | | 12 | — | 19 | — | 3 | — | 9 | 1 | 9 | 1 |
| | d | 20 | | — | | 14 | — | 21 | — | 7 | — | 7 | 0 | 11 | 2 |
| | M | 16 | | — | | 9 | — | 16 | — | 5 | — | 7 | 1 | 9 | 2 |
| Frankengold | a | 94 | | 27 | | 17 | — | 22 | — | 32 | — | 57 | 21 | 57 | 42 |
| | b | 81 | | 31 | | 15 | — | 15 | — | 24 | — | 61 | 30 | 61 | 42 |
| | c | 79 | | 30 | | 19 | — | 21 | — | 28 | — | 41 | 21 | 55 | 38 |
| | d | 76 | | 33 | | 16 | — | 16 | — | 23 | — | 48 | 37 | 47 | 37 |
| | M | 83 | | 30 | | 17 | — | 19 | — | 27 | — | 52 | 27 | 55 | 40 |
| Hohenheimer | a | 65 | | 12 | | 17 | — | 25 | — | 29 | — | 69 | 7 | 76 | 11 |
| | b | 59 | | 10 | | 14 | — | 24 | — | 22 | — | 48 | 3 | — | — |
| | c | 50 | | 11 | | 27 | — | 42 | — | 30 | — | 51 | 8 | — | — |
| | d | 58 | | 15 | | 25 | — | 32 | — | 20 | — | 40 | 3 | 42 | 9 |
| | M | 58 | | 12 | | 21 | — | 31 | — | 25 | — | 52 | 5 | 59 | 10 |

(Fortsetzung nächste Seite)

(Fortsetzung Tab. 7)

| Sorte | | 1951 | | 1952 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 7. 9. | 26. 9. | 10. 7. | | 24. 7. | | 20. 8. | | 4. 9. | | 11. 9. | |
| | | D | F | D | F | D | F | D | F | D | F | D | F |
| Gelbe Hoffmann (Korn.) | a | 29 | 14 | 17 | — | 29 | — | 20 | — | 58 | 3 | 58 | 19 |
| | b | 33 | 11 | 22 | — | 40 | — | 18 | — | 36 | 2 | 47 | 21 |
| | c | 31 | 12 | 23 | — | 28 | — | 14 | — | 23 | 7 | 30 | 12 |
| | d | 20 | 9 | 16 | — | 20 | — | 14 | — | 31 | 4 | 38 | 18 |
| | M | 28 | 12 | 20 | — | 27 | — | 17 | — | 37 | 4 | 43 | 18 |
| Gelbe Hoffmann (Mette) | a | 88 | 60 | 33 | — | 48 | — | 54 | — | 76 | 25 | 84 | 40 |
| | b | 79 | 51 | 28 | — | 32 | — | 40 | — | 70 | 22 | 63 | 29 |
| | c | 83 | 54 | 26 | — | 33 | — | 40 | — | 59 | 14 | 61 | 32 |
| | d | 73 | 49 | 34 | — | 53 | — | 47 | — | 54 | 17 | 67 | 36 |
| | M | 81 | 53 | 33 | — | 42 | — | 45 | — | 65 | 20 | 69 | 34 |
| Gelbe Rotgrauhäutige | a | 15 | 6 | 12 | — | 22 | — | 30 | — | 49 | 9 | 56 | 13 |
| | b | 36 | 5 | 18 | — | 20 | — | 25 | — | 32 | 2 | — | — |
| | c | 28 | 9 | 17 | — | 24 | — | 19 | — | 24 | 7 | — | — |
| | d | 11 | 4 | 16 | — | 23 | — | 21 | — | 36 | 11 | 42 | 12 |
| | M | 23 | 6 | 16 | — | 22 | — | 27 | — | 33 | 7 | 49 | 6 |
| Holländ. Gelbe | a | 66 | 2 | 14 | — | 30 | — | 25 | — | 47 | 4 | 47 | 9 |
| | b | 58 | 3 | 14 | — | 27 | — | 14 | — | 42 | 5 | — | — |
| | c | 61 | 1 | 15 | — | 42 | – | 16 | — | 24 | 3 | — | — |
| | d | 63 | 5 | 17 | — | 29 | — | 15 | — | 30 | 2 | 58 | 12 |
| | M | 62 | 3 | 15 | — | 32 | — | 18 | — | 36 | 4 | 53 | 11 |
| Bangholm | a | 11 | 4 | 16 | — | 22 | — | 25 | — | 53 | 6 | 58 | 7 |
| | b | 20 | 5 | 10 | — | 14 | — | 19 | — | 32 | 3 | — | — |
| | c | 28 | 7 | 13 | — | 20 | — | 20 | — | 29 | 6 | — | — |
| | d | 26 | 3 | 10 | — | 17 | — | 16 | — | 25 | 3 | 29 | 8 |
| | M | 21 | 5 | 12 | — | 18 | — | 20 | — | 37 | 5 | 44 | 8 |
| Heinkenborsteler | a | 53 | 23 | 20 | — | 32 | — | 16 | — | 72 | 4 | 72 | 12 |
| | b | 68 | 20 | 17 | — | 24 | — | 27 | — | 61 | 3 | 61 | 3 |
| | c | 63 | 21 | 23 | — | 32 | — | 21 | — | 35 | 7 | 39 | 8 |
| | d | 58 | 19 | 25 | — | 33 | — | 16 | — | 27 | 0 | 42 | 1 |
| | M | 61 | 21 | 21 | — | 31 | — | 20 | — | 48 | 4 | 54 | 6 |
| Frankenstolz | a | 96 | 53 | 25 | — | 30 | — | 34 | — | 73 | 22 | 81 | 25 |
| | b | 95 | 56 | 10 | — | 18 | — | 40 | — | 47 | 7 | 59 | 29 |
| | c | 94 | 51 | 20 | — | 30 | — | 41 | — | 63 | 24 | 69 | 24 |
| | d | 91 | 47 | 13 | — | 17 | — | 28 | — | 39 | 2 | 47 | 16 |
| | M | 94 | 52 | 17 | — | 26 | — | 36 | — | 56 | 14 | 64 | 24 |
| Brandt's Weiße | a | 71 | 33 | 27 | — | 50 | — | 32 | — | 64 | 7 | 64 | 21 |
| | b | 82 | 27 | 20 | — | 34 | — | 28 | — | 61 | 7 | 65 | 17 |
| | c | 79 | 29 | 21 | — | 29 | — | 26 | — | 43 | 9 | 44 | 18 |
| | d | 73 | 34 | 23 | — | 29 | — | 24 | — | 52 | 5 | 52 | 15 |
| | M | 76 | 31 | 23 | — | 36 | — | 28 | — | 55 | 7 | 56 | 18 |

In Feldbeständen konnten die im Sortenversuch festgestellten Befallsunterschiede ebenfalls nachgewiesen werden. 1950 beobachtete ich in einem gemischten Bestand der Sorten Seefelder und Frankenstolz in Boelschuby, Kreis Schleswig, einen stärkeren Befall bei der letztgenannten Sorte. 1951 konnte ich in einem Mischbestand in Kopperby bei Kappeln 50 % Befall

bei Seefelder und 76 % bei Brandt's Weiße registrieren. Im Jahre 1952 wurden auf 3 Beständen, in denen Seefelder und Brandt's Weiße nebeneinander unter den gleichen Bedingungen angebaut waren, in den angrenzenden Reihen folgende Befallsunterschiede ausgezählt:

| | Befall in % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Seefelder | | Brandt's Weiße | |
| | Mückenbefall | Fäule | Mückenbefall | Fäule |
| Nübbelhof ..... | 35 | 12,5 | 74 | 27 |
| Loitmark ..... | 8 | — | 28 | — |
| Kopperby ..... | 18 | 0 | 32 | 4 |

Anders liegen allerdings die Verhältnisse in den entgegengesetzten Randreihen. So wurden in oben erwähntem Bestand Kopperby (0,5 ha groß) in den entgegengesetzten Randreihen bei Seefelder 62 % und bei Brandt's Weiße 72 % Befall ausgezählt; in Loitmark (20 ha groß) entsprechend 34 % und 33 %. Auch Reinbestände weniger anfälliger Sorten können im Feldbestand nicht unwesentliche Schädigung aufweisen. Ein am 10. 5. 1952 gedrillter Vogesa-Schlag in Damendorf, Kreis Eckernförde, wies Anfang November einen Drehherzmückenbefall von 24,5 % und 6 % Herzfäule auf.

Diese Tatsachen weisen darauf hin, daß eine Sortenwahl der Mücken nur auf verhältnismäßig engem Raum möglich ist und die Auswahl bestimmter Felder, also ein Anflug auf bevorzugte, im Reinbestand angebaute Sorten nicht möglich sein dürfte. Hiergegen sprechen schon die kurze Lebensdauer des Schädlings und seine Abhängigkeit von den Windverhältnissen. Allerdings scheint eine Massenvermehrung der Mücken in Beständen der Sorten Vogesa und Niendorfer nicht in dem Maße stattzufinden wie bei anderen Sorten.

Es dürfte sich also bei der Sortenwahl empfehlen, neben der Beurteilung von Massenertrag, Trockensubstanzgehalt, Mehltauresistenz usw. in Gebieten, die stärker unter Drehherzmückenbefall zu leiden haben, die diesbezügliche Anfälligkeit, vor allem im Hinblick auf die Herzfäule, mit zu beachten.

## IX. Abwehrmaßnahmen

### 1. Allgemeines

Auf Grund der im Schrifttum angeführten Schadfälle bei Kohlrüben und der eigenen in den letzten 4 Jahren getroffenen Feststellungen halte ich Abwehrmaßnahmen gegen den Schädling auch im Kohlrübenbeständen für notwendig. Zweifellos werden sich die zu ergreifenden Maßnahmen dabei nach der Stärke des Schadauftretens und der möglichen Ertragsbeeinträchtigung richten müssen. So kann beispielsweise auf den leichten Geestböden im allgemeinen wohl auf die Anwendung chemischer Mittel verzichtet werden.

Bis auf wenige Ausnahmen finden sich in der Literatur nur Angaben über Untersuchungen zur Erstellung von Abwehrmaßnahmen und -methoden, die sich mit der Bekämpfung der Drehherzmücke in Kohlbeständen befassen. Zu erwähnen sind hier Arbeiten von GLEISBERG (1920), OLOMBEL (1931), SPITHOST (1929), MESNIL (1937), LEEFMANS (1938), ROESLER (1937), NOLL u. a. (1942), BARNES (1946), WAHLIN (1949), BOVIEN und KNUDSEN (1950) u. a.

Es erhebt sich nun die Frage, ob diese Abwehrmethoden im Kohlrübenanbau Anwendung finden können, da hier zum Teil andere Voraussetzungen vorliegen.

Kohl ist eine Verkaufshackfrucht, während die Kohlrübe im allgemeinen nicht als solche angebaut wird. Der Doppelzentner Weißkohl kostet zur Zeit etwa 4,— DM, während der Doppelzentner Kohlrüben mit etwa 2,— DM veranschlagt werden kann.

Beim Kohl ist die Erhaltung der Einzelpflanze entscheidender als beim Kohlrübenanbau.

Die Kohlpflanze ist nach der Kopfbildung durch den Schädling kaum mehr gefährdet, während die Kohlrübe in der ganzen Vegetationszeit, also von allen 3 oder 4 Generationen befallen werden kann.

Es wird sich kaum ein Landwirt finden, der, wie es bis heute im Kohlanbau geschieht und auch wirtschaftlich tragbar ist, seinen Kohlrübenschlag drei- bis fünfmal mit chemischen Mitteln behandelt. Hierfür sind arbeitswirtschaftliche Gründe maßgeblich; hinzu kommt noch, daß es fraglich erscheint, ob der dabei erzielbare Mehrertrag immer in günstiger Relation zu den Aufwendungen stehen würde.

Es lassen sich also meiner Ansicht nach die im Kohlanbau gebräuchlichen Bekämpfungsverfahren mit chemischen Mitteln nicht im Kohlrübenanbau verwenden. Vielmehr muß angestrebt werden, durch geeignete Kulturmaßnahmen die Ausfälle zu verringern, bzw. Methoden einzuführen, die bei möglichst geringem Aufwand an Arbeit und Geld zur direkten Bekämpfung des Schädlings mit chemischen Mitteln geeignet sind.

### 2. Kulturmaßnahmen

Barnes (1946) sieht die Einhaltung eines Fruchtwechsels für wirkungsvoll an, da die Drehherzmücken nicht sehr weit wandern. Die Befolgung eines Fruchtwechsels ist beim Kohlrübenbau in Schleswig-Holstein die Regel. Auch andere Brassica-Arten, die für eine Massenvermehrung von *Contarinia nasturtii* als Wirte in Frage kommen, erscheinen nicht oder doch sehr selten in den kommenden Jahren auf dem Acker. Allerdings sollen nach Meyer (1945) in Dithmarschen sehr häufig Kohlrüben nach Kohlsamenbeständen gepflanzt werden, eine Tatsache, die gelegentlich zu stärkerem Befall der Kohlrüben führen soll. Er rät von dieser Maßnahme ab.

Wichtig ist weiter die räumliche Entfernung vom vorjährigen Kohlrübenschlag oder von Kohl- oder Kohlrübensamenträgern. In unmittelbarer Nachbarschaft solcher Areale ist, wie bereits erwähnt, der Befall unbedingt höher als in größerer Entfernung von einem verseuchten Feld. Man wird in manchen Betrieben dieser Tatsache Rechnung tragen und eine entsprechende Anbauplanung vornehmen können. In Gebieten mit kleinen und mittleren Betrieben, die überwiegend Kohlrübenanbau betreiben und bei denen häufig keine geschlossene Feldlage besteht, ist allerdings der Versuch, genügend Abstand von einem vorjährigen Kohlrübenfeld zu wahren, ausgeschlossen.

Die Beseitigung und Vernichtung neu befallener Pflanzen eines Bestandes hält Barnes (1946) für möglich, während Noll u. a. (1942) davon abraten, da auch befallene Pflanzen noch Ertrag bringen können. Bei Kohlrüben scheidet dieses Verfahren daher in noch stärkerem Maße aus.

In der Austrocknung der oberen Bodenschicht in der Zeit des Abwanderns der Larven von der Pflanze glaubt Barnes (1946) eine weitere Möglichkeit zur Bekämpfung zu sehen, während Noll u. a. (1942) wenig

Wirkung daraus erwarten. Meine vorher erwähnten Schlupfversuche mit trockenem Sand, die Beobachtungen auf der Geest sowie die Feststellung, daß die Verpuppung in den Sommermonaten zumeist in 1—3 cm Tiefe vor sich geht, zeigen die Berechtigung der Auffassung von BARNES. Man müßte die Handhacke in der fraglichen Zeit, die von den Pflanzenschutzdienststellen bekanntzugeben wäre, durchführen. Eine zusätzliche Handhacke einzuschalten, wird aus arbeitswirtschaftlichen Gründen auf Ablehnung stoßen. Eine Pferdehacke dürfte wenig Aussicht auf Erfolg haben, da die Erde in den Reihen und unmittelbar an den Rüben nicht getroffen wird.

Einige Autoren wie BARNES (1946), NOLL u. a. (1942) und KOTTHOFF (1952) erwähnen die Verwendung von Kainit und Kalkstickstoff als Bekämpfungsmaßnahme, von denen vor allem mit letzterem recht gute Erfolge zu erzielen sein sollen. KOTTHOFF (1952) empfiehlt die Anwendung von Kalkstickstoff 2—3 Wochen vor der Saat oder vor dem Auspflanzen der Kohlrüben zur Abtötung der Puppen. Ich habe jedoch auf zahlreichen Feldern, wo nachweislich mit Kalkstickstoff gedüngt wurde, erheblichen *Contarinia-Befall* feststellen können. Bedenkt man, daß die Puppen im allgemeinen bei Anfang Mai gedrillten Kohlrüben erst 8—10 Wochen nach dem Streuen des Kalkstickstoffs schlüpfen, so scheint die Wirkung doch recht fraglich.

Von einigen Verfassern ist im Zusammenhang mit der Bekämpfung der Drehherzmücke auf die Beseitigung von Brassica-Unkräutern hingewiesen worden. NOLL u. a. (1942) halten sie für bedeutungsvoll, da wilder Rübsen, Hederich und wohl noch weitere Cruciferen-Unkräuter als Wirte für *Contarinia nasturtii* in Frage kommen. Der Beseitigung von Ernterückständen messen sie wenig Bedeutung bei, erwähnen aber andererseits, daß Kohlstrünke mitunter im Frühjahr wieder austreiben und dann Brutstätten für die Drehherzmücke bilden können. Wie bereits erwähnt, konnte von mir weder an Ackersenf, Hederich noch anderen Cruciferen-Unkräutern Drehherzmückenbefall festgestellt werden, dagegen stark an Wiederaustrieben von Kohlrübenresten auf vorjährigen Feldern. Die Beseitigung dieser Brutstätten ist daher besonders wichtig, weil sonst der Zuflug erheblich in die Länge gezogen wird und außerdem die Möglichkeit besteht, daß später gedrillte oder gepflanzte Bestände stärker befallen werden. Die Beseitigung dieser Ernterückstände muß auf mechanischem Wege oder durch Anwendung chemischer Mittel spätestens bis Ende Mai erfolgt sein.

Als begrenzender Faktor kann in manchen Jahren das Köpfen und Verfüttern des Kohlrübenblattes angesehen werden, sofern die letzte Larvengeneration zu dieser Zeit noch nicht abgewandert ist. Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür bot das Jahr 1952, in dem die Abwanderung der Larven bis in den November hinein andauerte und das Blattwerk der Kohlrübenfelder bereits Mitte bis Ende Oktober abgefahren war.

Der Anbau von Fangpflanzen und deren Vernichtung vor der eigentlichen Aussaat bzw. dem Auspflanzen kann nach Ansicht TAYLOR's (1912) erfolgversprechend sein. Ich halte diese Maßnahme für praktisch kaum durchführbar, da der Zuflug sich in manchen Jahren bis Anfang Juli ausdehnen kann, eine dann erfolgende Aussaat nicht mehr genügend Ertrag bringen würde und auch das Rübenpflanzen zu diesem Zeitpunkt eigentlich längst erfolgt sein müßte. Außerdem wird der Praktiker die mit dem Fangpflanzenbau verbundenen Mehrarbeiten scheuen.

Es wurde bereits erwähnt, daß zu einem späteren Zeitpunkt (ab Mitte Juni) gepflanzte Kohlrüben weniger stark befallen werden als Anfang Mai gedrillte Bestände. Da außerdem normalerweise der Massenertrag gepflanzter Felder kaum hinter dem früh gedrillter Kohlrüben zurücksteht, sollte diese Möglichkeit in Gegenden mit starkem Auftreten der Drehherzmücke ausgenutzt werden. Dabei kann das Ausscheiden befallener Pflänzchen vor der Bestellung ein übriges tun. Mancher Betrieb wird bei Anwendung der Pflanzmethode in die Lage versetzt, durch Einschalten einer Winterzwischenfrucht die Heugrundlage zu verbessern oder eine zusätzliche Frühkartoffelernte zu ermöglichen. Der neuerdings verstärkte Einsatz von Pflanzmaschinen erleichtert das Pflanzverfahren erheblich. Meiner Ansicht nach bietet sich hier die beste Gelegenheit, den Schäden durch die Drehherzmücke auf dem Wege über Kulturmaßnahmen zu begegnen.

Auf die Möglichkeit der Sortenwahl wurde ebenfalls im vorstehenden bereits hingewiesen. Dabei scheinen weniger die Unterschiede im Befall durch den Schädling selbst als vielmehr die Resistenz bzw. besondere Anfälligkeit einzelner Sorten gegen die Herzfäule von Bedeutung zu sein.

### 3. Bekämpfung mit chemischen Mitteln

In den Hauptschadgebieten wird man bei früh gedrillten Beständen auf die Anwendung chemischer Bekämpfungsmittel nicht verzichten können.

Im Kohlanbau richtet sich die Bekämpfung gegen Mücken, Eier und junge Larven der Drehherzmücke. Dabei soll bei der Anwendung von Spritzmitteln angestrebt werden, mit scharfem Strahl in das Herz der Pflanze zu treffen. Bei der Anwendung von Stäubemitteln ist entsprechend zu verfahren. Häufige Wiederholung der Bekämpfungsmaßnahmen bis zur Kopfbildung wird für notwendig erachtet. Gleisberg (1920) und Spithost (1929) erzielten bei wöchentlicher Behandlung guten Erfolg. Mesnil (1937) arbeitete mit zweimal wöchentlicher Spritzung vom 13. 5. bis 16. 7. und erreichte gute Wirkung. Nach Leefmans (1938) bewährte sich nach zahlreichen Versuchen in Holland wöchentlich zweimalige Behandlung bei schwerem, einmalige Behandlung bei leichtem Befall. Noll u. a. (1942) empfehlen einen Spritzkalender, der gegen 4 Generationen der Mücke bis zu 12 Maßnahmen vorsieht. Wahlin (1949) hält eine dreimalige Behandlung mit einem 60%igen DDT-Begasungsmittel, abends durch rasches Gehen durch den Bestand ausgebracht, für die bis dahin beste Methode. Er konnte den Befall von 3—8% auf 0,1% reduzieren. Nach Kotte (1952) soll neuerdings in Holland in Verbindung mit einem Warndienst eine zweimalige Spritzung der Einzelpflanze im Abstand von 4 Tagen erfolgreich sein.

Es wurde bereits zum Ausdruck gebracht, daß eine derart häufige und intensive Behandlung im Kohlrübenanbau nicht diskutabel ist. Hinsichtlich der Bekämpfung mit chemischen Mitteln in Kohlrübenbeständen ist mir aus neuerer Zeit nur ein Aufsatz von Kotthoff (1952) bekannt, in dem wiederholte Stäubung oder Spritzung mit E605, Gesarol und Hexamitteln gegen die Eier und Larven empfohlen werden, wobei es für notwendig erachtet wird, den Flug der Mücken und damit den richtigen Bekämpfungstermin festzulegen.

Die von einigen Forschern wie Olombel (1931) und Meyer (1945) erwähnte Anwendung von Bodendesinfektionsmitteln kommt meiner An-

sicht nach aus finanziellen Erwägungen nicht in Frage; außerdem dürfte der Wirkungseffekt noch recht umstritten sein.

Der von mir 1950 beobachtete Befallsunterschied zwischen Ende April/Anfang Mai gedrillten Beständen einerseits und Mitte Juni gepflanzten Kohlrüben andererseits ist in der Hauptsache darauf zurückzuführen, daß ein Teil der ersten Mückengeneration bereits vor dem Auspflanzen der Kohlrüben bzw. kurz danach, als die Pflanzen noch welk am Boden lagen, zur Eiablage schritt. Ich folgerte daraus, daß man durch das Ausschalten der ersten zufliegenden Generation in gedrillten Beständen einen ähnlichen Erfolg erzielen müßte. Ein im Jahre 1951 in Verbindung mit dem Wirtschaftsberatungsring Boren, Kreis Schleswig, durchgeführter Tastversuch erbrachte in der Tat ein recht erfreuliches Ergebnis.

Versuch A

Versuchsort: Hüry/Boren, Kreis Schleswig
Größe der Versuchsfläche: 0,25 ha
Sorte: Seefelder
Aussaatzeit: Anfang Mai
Vorfrucht: Hafer
Vorjähriger Kohlrübenschlag: parallel zur Versuchsfläche
Lage der Versuchsfläche: von Wallhecken eingeschlossen
Versuchsanlage: Parzelle I unbehandelt
Parzelle II Spritzung mit 0,1% Gamma-Nexen bei 300 l Wasser/ha am 8. 6. 1951
Parzelle III 1. wie bei Parzelle II
2. Stäubung mit 20 kg/ha Multanin breit über die Pflanzen am 21. 7.

Die Bekämpfungstermine wurden durch Schlupfbeobachtungen in Süderbrarup (5 km Entfernung) bestimmt. Der Höchstbefall lag in der Zeit vom 12. 6. bis 20. 6. 1951 für die erste Generation und vom 20. bis 26. 7. für die zweite Generation.

Ergebnis: Der Befallsunterschied zwischen Parzelle I einerseits und den beiden behandelten Parzellen andererseits war deutlich sichtbar. Auszählungen am 6. 9. 1951 ergaben bei jeweils 100 kontrollierten Pflanzen folgenden Befall (Tab. 8):

*Tabelle 8.* Versuch A — Bekämpfung der Drehherzmücke in einem Kohlrübenbestand in Hüry im Jahre 1951

| Parzelle I | | Parzelle II | | Parzelle III | |
|---|---|---|---|---|---|
| Reihe | Befall | Reihe | Befall | Reihe | Befall |
| 1 | 91 | 26 | 47 | 76 | 7 |
| 2 | 92 | 27 | 48 | 100 | 5 |
| 5 | 90 | 30 | 44 | 105 | 3 |
| 15 | 87 | 35 | 35 | | |
| 20 | 81 | 45 | 22 | | |
| 24 | 65 | 55 | 23 | | |
| | | 65 | 24 | | |

Vom Beratungsring Boren durchgeführte Ertragsfeststellungen (Werte wurden statistisch abgesichert) erbrachten:

| | Ertrag dz/ha | |
|---|---|---|
| | Rüben | Blatt |
| Parzelle I | 852 | 85,5 (unbehandelt) |
| Parzelle II | 1011 | 110,0 |
| Parzelle III | 990 | 106,5 |

1952 wurden zwei gleichsinnige Bekämpfungsversuche als Mittelvergleichsversuche in Kopperby bei Kappeln mit 1. Spritzung am 6. und 7. 6. und 2. Spritzung am 12. 6. wiederholt, nachdem die ersten Drehherzmücken in den Schlupfkästen, auf einem letztjährigen Kohlrübenbestand in der gleichen Gemeinde aufgestellt, gefangen wurden. Nach der Behandlung fielen vom 7. 6. bis 10. 6. 8,7 mm und vom 12. bis 14. 6. 15,1 mm Niederschläge. Der Spritzbelag war in beiden Fällen vorher angetrocknet. Zur Anwendung kamen folgende Mittel und Geräte:

Systox 0,5%
Billtox-Emulsion 0,1%
Multanin-Ultra 0,1%
Multanin 50 0,2%
Gesarol 50 0,2%
E 605 forte 0,03%
Nicotin-Cresol-Schmierseifenlösung 0,12% und 0,3% und 0,8%
Multanin-Staub, 20 kg/ha
1 Mauser-Gespannspritze, Wasserverbrauch 500 l/ha
1 Rückenverstäuber (Blasator I).

Die Ergebnisse waren in beiden Versuchen negativ. Wie sich später herausstellte, erfolgte zwischen dem 4. 6. und 12. 6. nur ein kleiner Vorschlupf. Die Masse der Mücken erschien erst in der Mitte der letzten Juni-Dekade, so daß der günstigste Bekämpfungstermin verfehlt wurde. Dieser Zeitpunkt wird sich mit Sicherheit nicht immer ermitteln lassen. Weiter wird der Versuch, den Zuflug abzufangen, durch die schon erwähnte mögliche Anflugsperiode von rund 6—7 Wochen erschwert. Man müßte somit auch hier zwangsläufig zu der gleichen Methode wie im Kohlanbau übergehen, nämlich die Bestände mehrfach zu behandeln. Damit scheidet das Verfahren, den Zuflug abzufangen, praktisch aus.

Die Beobachtungen, daß der Befall durch die 1. Generation von den Kohlrüben im allgemeinen gut überstanden wird und im wesentlichen erst die 2. Generation die Fäule bringt, veranlaßte mich zu der Fragestellung, wieweit eine Bekämpfung des Hauptschubes der 2. Mückengeneration Erfolg bringen könnte. Der vorausgehende Befall durch die Masse der 1. Generation konnte festgestellt werden. Der Schlupf der hieraus sich entwickelnden Mücken war verhältnismäßig leicht durch Schlupfkästen und Aufzuchten im Labor zu bestimmen. Der schwächere erste Schub und der Zuflug von an Wiederaustrieben vorjähriger Kohlrübenschläge zur Entwicklung gekommenen Imagines blieb unberücksichtigt.

Die ersten Bekämpfungsmaßnahmen erfolgten am 21. und 22. 7., nachdem in den Aufzuchtgläsern die ersten Drehherzmücken erschienen. Eine Wiederholung der Stäubungen wurde am 1. 8., als starker Schlupf in den Fangkästen einsetzte, durchgeführt. Auf Spritzmaßnahmen mußte verzichtet werden, da die Bestände sehr üppiges Blattwerk aufwiesen und durch das Hindurchfahren mit der Gespannspritze Blattverluste unvermeidlich gewesen wären. Außerdem hatte ich feststellen können, daß sich die Mücken, gegen die sich die Bekämpfung in erster Linie richten mußte, unter dem Blätterdach aufhalten, so daß sie durch eine unter das Laub erfolgende Stäubung, bei der sich, wie sich später herausstellte, die Mittel

hervorragend verteilten und auch bei mittleren Windverhältnissen noch hielten, besser erfaßt werden konnten. Die Versuche brachten, wie im folgenden ersichtlich, recht zufriedenstellende Ergebnisse (Versuch B bis F).

**Versuch B**

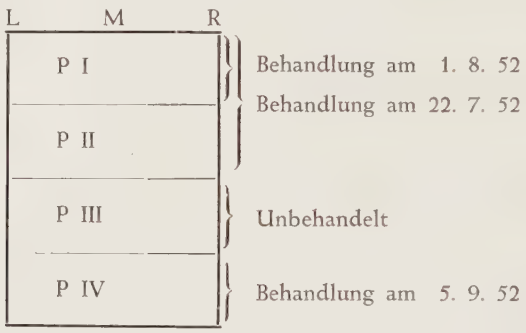
1. Allgemeine Angaben

Versuchsort: Kopperby bei Kappeln
Sorte: Seefelder
Aussaatzeit: 28. 4. 1952
Vorfrucht: Roggen und Weizen
Düngung/ha: 200 dz Stallmist (im Herbst gegeben)
4 dz Thomasmehl
4 dz 40%iges Kali
1 dz Kalkstickstoff
Vorjähriger Kohlrübenschlag: parallel zur Versuchsfläche, 30 m westlich
Lage der Versuchsfläche: windoffen, Betarüben, Kartoffeln und Getreide als Nachbarbestände.

2. Versuchsanlage

Verwendetes Insektizid: Gamma-Nexit, 15 kg/ha
Gerät: Rückenverstäuber (Blasator I)
Wetter: vom 21. 7.—25. 7. fielen 3,6 mm Niederschlag
vom 1. 8.— 5. 8. 11,4 mm Niederschlag
vom 5. 9.— 9. 9. 23,8 mm Niederschlag
Behandlungstechnik: Stäubung in jede 3. Reihe unter das Blattwerk.

Die folgende Skizze zeigt die Versuchsanordnung. (Es bedeuten: R = rechter Feldrand, M = Feldmitte, L = linker Feldrand, P = Parzelle.)




3. Befallsfeststellungen

Die Befallsunterschiede waren deutlich erkennbar (Tab. 9). In P I deckte das Blattwerk im Gegensatz zu P II und P III bis kurz vor der Ernte den Boden völlig ab. Die Stäubung in P II hat zu früh gelegen. Wahrscheinlich hätte eine einmalige Behandlung am 1. 8. 1952 ausgereicht. Die Bekämpfung am 5. 9. 1952 diente lediglich der Überprüfung der Methodik.

4. Ertragsfeststellungen und Rentabilitätsberechnung

Es wurden in Parzelle I und III je 6 Teilstücke, gleichmäßig über die Parzellen verteilt, geerntet. Fehlstellen betrugen weniger als 10% der Flächengröße der einzelnen Teilstücke. Die Kohlrüben wurden mit der Hand gezogen, die Erde abgeklopft und das Blatt mit einem Messer unmittelbar über dem Rübenkörper geköpft. Danach wurden Rüben und Blatt getrennt gewogen. Die dabei verwendeten Säcke wurden nach jeder Wägung geprüft und das Gewicht in Abzug gebracht. Die Errechnung des mittleren Fehlers erfolgte nach den Richtlinien für die Durchführung von Sortenversuchen (Schachbrettmethode). Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Parzelle I

| Teilstück (25 qm) | Rübenertrag kg | Blattertrag kg | Abweichungen vom Mittel Rüben ± | Abweichungen vom Mittel Blatt ± | Mittlerer Fehler Rüben ± m | Mittlerer Fehler Blatt ± m | m % Rüben | m % Blatt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 270,5 | 36,6 | 4,5 | 3,9 | | | | |
| b | 279,6 | 32,6 | 4,6 | 0,1 | | | | |
| c | 278,3 | 32,0 | 3,3 | 0,7 | 2,6912 | 0,90598 | 0,97 | 2,76 |
| d | 267,6 | 29,0 | 7,4 | 3,7 | | | | |
| e | 281,3 | 32,2 | 6,3 | 0,0 | | | | |
| f | 272,5 | 33,5 | 2,5 | 0,8 | | | | |
| M | **275,0** | **32,7** | 28,6 | 9,7 | | | | |

Parzelle III

| Teilstück (25 qm) | Rübenertrag kg | Blattertrag kg | Abweichungen vom Mittel Rüben ± | Abweichungen vom Mittel Blatt ± | Mittlerer Fehler Rüben ± m | Mittlerer Fehler Blatt ± m | m % Rüben | m % Blatt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 253,6 | 29,2 | 10,1 | 2,9 | | | | |
| b | 253,5 | 27,3 | 10,0 | 1,0 | | | | |
| c | 239,7 | 26,8 | 3,8 | 0,5 | 5,2958 | 0,5707 | 2,17 | 2,17 |
| d | 228,5 | 26,1 | 15,0 | 0,2 | | | | |
| e | 246,8 | 24,4 | 3,3 | 1,1 | | | | |
| f | 229,0 | 23,7 | 14,5 | 0,4 | | | | |
| M | **243,5** | **26,3** | 56,7 | 6,1 | | | | |

*Tabelle 9.* Versuch B — Bekämpfung der Drehherzmücke in einem Kohlrübenbestand im Jahre 1952

Die Befallsfeststellungen wurden wie folgt durchgeführt:
a) Kontrolle am 23. 7. 1952 vor Neubefall (2. Generation)
b) Kontrolle am 18. 8. 1952 nach Neubefall (2. Generation)
c) Kontrolle am 5. 9. 1952 vor Neubefall (3. Generation)
d) Kontrolle am 13. 10. 1952 nach Neubefall (3. Generation)

(Ausgezählt wurden jeweils 200 Pflanzen rechts, in der Mitte und links in jeder Parzelle; D = Drehherzmückenbefall, F = Herzfäule, % = Befall in %.)

| | | P I D | P I % | P I F | P II D | P II % | P II F | P III D | P III % | P III F | P IV D | P IV % | P IV F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | L | 81 | | 0,5 | 77 | | 0,5 | 86,5 | | 1 | — | | — |
| | M | 17,5 | | 0 | 13,5 | | 0 | 19,5 | | 0 | — | | — |
| | R | 51 | | 0 | 53,5 | | 0,5 | 46 | | 1 | — | | — |
| b | L | 6,5 | | 3 | 51,5 | | 18 | 80,5 | | 35,5 | — | | — |
| | M | 2,5 | | 1 | 30 | | 14 | 39,5 | | 26 | — | | |
| | R | 10,5 | | 5 | 43,5 | | 13,5 | 70,5 | | 27 | — | | — |
| c | L | 12,5 | | 3,5 | 66 | | 27 | 80 | | 59 | 63,5 | | 51 |
| | M | 8 | | 1 | 33,5 | | 14 | 49 | | 16,5 | 77,5 | | 37 |
| | R | 10 | | 5,5 | 49,5 | | 13,5 | 71,5 | | 28,5 | 63 | | 29 |
| d | L | 3 | | — | 8,5 | | — | 27,5 | | — | 10,5 | | — |
| | M | 1,5 | | — | 10,5 | | — | 21 | | — | 8 | | — |
| | R | 5,5 | | — | 9 | | — | 27,5 | | — | 13 | | — |

Der Versuch brachte demnach folgendes Resultat:

| | Rüben | Blatt | |
|---|---|---|---|
| Parzelle I | 275 kg/25 qm | 32,7 kg/25 qm | |
| Parzelle III | 243,5 kg/25 qm | 26,3 kg/25 qm | (unbehandelt) |
| Mehrertrag | 31,5 kg/25 qm | 6,4 kg/25 qm | |

Hieraus ergibt sich ein Mehrertrag/ha von

Rüben: 126 dz
Blatt: 25,6 dz

Bringt man bei den Rüben 10% für Erde in Abzug, so bleibt eine Ertragssteigerung von

113,4 dz/ha.

Der Preis für 1 dz Kohlrüben beträgt zur Zeit etwa 2,— DM, so daß sich damit ein Geldrohertrag von 226,80 DM errechnet.

Die Kosten für eine zweimalige Behandlung/ha stellen sich wie folgt:

| | |
|---|---|
| 30 kg Gamma-Nexit (1,10 DM/kg) . . . . . | = 33,00 DM |
| Arbeits- und Geräteaufwand für zweimalige Behandlung — nach Schumacher (1951) 3,92 DM/ha . . . . . | = 7,84 DM |
| Gesamtkosten für zweimalige Behandlung/ha . . . . | 40,84 DM |

Es bleibt also ein Netto-Mehrertrag von

rund 185,— DM/ha.

Nicht mit einbezogen in diese Summe ist der Wert für das Kohlrübenblatt. Weiter ist zu beachten, daß durch Vermeiden der Herzfäule eine qualitative Verbesserung der Rüben erreicht und die Möglichkeit zur Ausbreitung der Fäule in der Miete eingeschränkt wurden.

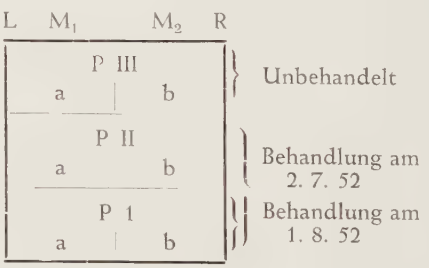
### Versuch C und D

1. Allgemeine Angaben

Versuchsort: Kopperby bei Kappeln
Sorte: Seefelder und Brandt's Weiße
Aussaatzeit: 10. 5. 1952
Vorfrucht: Weizen
Düngung/ha: 200 dz Stallmist (im März gegeben)
6 dz Rhenaniaphosphat
2,5 dz 40%iges Kali
1 dz Kalkstickstoff
2,5 dz Schwefelsaures Ammoniak
Vorjährige Kohlrübenschläge: nördlich, östlich und westlich in etwa 200—300 m Entfernung
Lage der Versuchsfläche: windoffen, Betarüben, Getreide und Hausgärten als Nachbarbestände.

2. Versuchsanlage

Verwendetes Insektizid: Multanin, 15 kg/ha
Gerät: Rückenverstäuber (Blasator I)
Wetter: wie bei Versuch B
Behandlungstechnik: wie bei Versuch B




Seefelder Brandt's Weiße

3. Befallsfeststellungen

Auch in diesen beiden Versuchen waren die Befallsunterschiede in den einzelnen Parzellen deutlich wahrnehmbar (Tab. 10). Für die Parzellen II a und b trifft das im Versuch B für Parzelle II gesagte zu.

*Tabelle 10.* Versuch C und D — Bekämpfung der Drehherzmücke in einem Kohlrübenbestand im Jahre 1952

Die Befallsfeststellungen wurden wie folgt durchgeführt:

a) Kontrolle am 23. 7. 1952 vor Neubefall (2. Generation)
b) Kontrolle am 19. 8. 1952 nach Neubefall (2. Generation)
c) Kontrolle am 13. 10. 1952 nach Neubefall (3. Generation)

(Auszählungsmethode wie im Versuch B; Bedeutung der Abkürzungen wie vorher und $M_1$ = Seefelder in der Feldmitte, $M_2$ = Brandt's Weiße in der Feldmitte.)

4. Ertragsfeststellung

Beide Sorten wurden nach gleicher Methode wie im Versuch B, aber getrennt analysiert. Bei der Sorte Seefelder wurden 4, bei der Sorte Brandt's Weiße 6 Teilstücke je Parzelle ausgewertet.

| | | P I | | P II | | P III | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | D % | F | D % | F | D % | F |
| a | L | 76 | — | 68,5 | — | 81,5 | — |
| | $M_1$ | 3 | — | 5,5 | — | 4,5 | — |
| | $M_2$ | 7,5 | — | 10,5 | — | 9,5 | — |
| | R | 52 | — | 53,5 | — | 49 | — |
| b | L | 14,5 | 3 | 16 | 8 | 53 | 21,5 |
| | $M_1$ | 3,5 | 0 | 15 | 0 | 25,5 | 1 |
| | $M_2$ | 4 | 0 | 8 | 1 | 27 | 1 |
| | R | 15,5 | 4 | 49 | 7 | 71 | 20,5 |
| c | L | 7 | — | 7 | — | 23 | — |
| | $M_1$ | 2,5 | — | 5,5 | — | 15 | — |
| | $M_2$ | 7 | — | 11 | — | 24 | — |
| | R | 7,5 | — | 10,5 | — | 32 | — |

Parzelle Ia

| Teilstück (25 qm) | Rübenertrag kg | Blattertrag kg | Abweichungen vom Mittel Rüben ± | Abweichungen vom Mittel Blatt ± | Mittlerer Fehler Rüben ± m | Mittlerer Fehler Blatt ± m | m % Rüben | m % Blatt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 287,1 | 32,6 | 9,2 | 0,8 | | | | |
| b | 257,4 | 30,8 | 20,5 | 2,6 | 7,3988 | 1,2482 | 2,7 | 3,7 |
| c | 287,6 | 35,7 | 9,7 | 2,3 | | | | |
| d | 279,4 | 34,6 | 1,5 | 1,2 | | | | |
| M | **277,9** | **33,4** | 40,9 | 6,9 | | | | |

Parzelle IIIa

| Teilstück (25 qm) | Rübenertrag kg | Blattertrag kg | Abweichungen vom Mittel Rüben ± | Abweichungen vom Mittel Blatt ± | Mittlerer Fehler Rüben ± m | Mittlerer Fehler Blatt ± m | m % Rüben | m % Blatt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 261,1 | 34,1 | 11,0 | 1,7 | | | | |
| b | 262,3 | 33,1 | 12,2 | 0,7 | 8,4299 | 8,6832 | 3,4 | 2,7 |
| c | 245,8 | 32,1 | 4,3 | 0,3 | | | | |
| d | 321,0 | 30,3 | 19,1 | 2,1 | | | | |
| M | **250,1** | **32,4** | 46,6 | 4,8 | | | | |

Bei der Sorte Seefelder ergeben sich somit folgende Ertragsunterschiede:

| | Rüben | Blatt | |
|---|---|---|---|
| Parzelle Ia | 277,9 kg/25 qm | 33,4 kg/25 qm | |
| Parzelle IIIa | 250,1 kg/25 qm | 32,4 kg/25 qm | (unbehandelt) |
| Mehrertrag | 27,8 kg/25 qm | 1,0 kg/25 qm | |

Es ist damit durch die Stäubung ein Mehrertrag von 111,2 dz/ha abzüglich 10% für Erde =

rund 100 dz/ha

erzielt worden.

Parzelle Ib

| Teilstück (25 qm) | Rübenertrag kg | Blattertrag kg | Abweichungen vom Mittel Rüben + | Abweichungen vom Mittel Blatt + | Mittlerer Fehler Rüben ± m | Mittlerer Fehler Blatt ± m | m % Rüben | m % Blatt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 254,0 | 30,9 | 9,7 | 6 | | | | |
| b | 263,2 | 35,0 | 0,5 | 1,9 | | | | |
| c | 274,5 | 35,5 | 10,8 | 1,4 | 4,6886 | 3,9201 | 1,8 | 11,7 |
| d | 248,8 | 39,0 | 14,9 | 2,1 | | | | |
| e | 278,0 | 43,1 | 14,3 | 6,2 | | | | |
| f | 263,7 | 38,1 | 0,0 | 1,2 | | | | |
| M | **263,7** | **36,9** | 50,2 | 18,8 | | | | |

(Der Versuch ist hinsichtlich Blattertrag nicht brauchbar, da mehr als 8 m %.)

Parzelle IIIb

| Teilstück (25 qm) | Rübenertrag kg | Blattertrag kg | Abweichungen vom Mittel Rüben ± | Abweichungen vom Mittel Blatt ± | Mittlerer Fehler Rüben ± m | Mittlerer Fehler Blatt ± m | m % Rüben | m % Blatt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a | 245,0 | 33,5 | 2,6 | 1,8 | | | | |
| b | 239,7 | 35,0 | 7,9 | 0,3 | | | | |
| c | 257,0 | 35,5 | 9,4 | 0,2 | 4,8287 | 0,4670 | 2,0 | 1,3 |
| d | 264,5 | 36,6 | 16,4 | 1,3 | | | | |
| e | 241,1 | 34,8 | 6,5 | 0,5 | | | | |
| f | 238,3 | 36,2 | 8,9 | 0,9 | | | | |
| M | **247,6** | **35,3** | 51,7 | 5,0 | | | | |

Die Sorte Brandt's Weiße zeigt folgende Ertragsunterschiede:

| | Rüben | Blatt | |
|---|---|---|---|
| Parzelle Ib | 263,7 kg/25 qm | 36,9 kg/25 qm | |
| Parzelle IIIb | 247,6 kg/25 qm | 35,3 kg/25 qm | (unbehandelt) |
| Mehrertrag | 16,1 kg/25 qm | 1,6 kg/25 qm | |

Hieraus resultiert ein Mehrertrag von 64,6 dz/ha abzüglich 15% für Erde =

rund 58 dz/ha.

In weiteren Versuchen wurde geprüft, wie weit eine Behandlung der stärker befallenen Randreihen einen ausreichenden Effekt zu erzielen ver-

mag. Die Durchführung dieser Versuche erfolgte nach gleicher Methode und mit denselben Mitteln wie bei den vorher aufgeführten Versuchen. Es wurde zwischen die Reihen 1 und 2, 4 und 5, 7 und 8 gestäubt.

**Versuch E**

Behandlung am 22. 7. und 1. 8. 1952 mit je 15 kg/ha Multanin.

| | Auszählung am 23. 7. 1952 | Auszählung am 19. 8. 1952 |
|---|---|---|
| | Bef. je 500 Pfl. | Bef. je 500 Pfl. |
| Linker Feldrand | 119 | 11 |
| Feldmitte | 82 | 106 |
| Rechter Feldrand | 265 | 54 |

**Versuch F**

Behandlung am 22. 7. und 1. 8. 1952 mit je 15 kg/ha Gamma-Nexit.

| | Auszählung am 23. 7. 1952 | Auszählung am 19. 8. 1952 |
|---|---|---|
| | Bef. je 500 Pfl. | Bef. je 500 Pfl. |
| Linker Feldrand | 255 | 40 |
| Feldmitte | 93 | 71 |
| Rechter Feldrand | 199 | 18 |

In der Feldmitte ist stärkere Befallszunahme als am Rande zu verzeichnen, wo sie kaum über 10% hinausgeht. Dennoch scheint wegen der verhältnismäßig hohen Befallszahlen in der Mitte des Feldes eine Randbehandlung allein nicht ausreichend zu sein, so daß eine Ganzflächenbehandlung, wie sie in den Versuchen A bis D erfolgte, vorzuziehen ist.

Die aufgezeigte Bekämpfungsmethode bringt zweifellos keinen absoluten Schutz, da nur die Hauptmasse der Population erfaßt wird. Sie gewährleistet jedoch bei verhältnismäßig geringem Aufwand einen beachtlichen Teilerfolg und verhindert im wesentlichen die Herzfäule. Als Bekämpfungsmittel dürften alle über eine längere Wirkungsdauer verfügenden anerkannten Kontaktinsektizide brauchbar sein. Feststellungen nach der Behandlung zeigten, daß die Mücke, wenn sie mit dem Wirkstoff in Berührung kommt, bereits nach wenigen Minuten eingeht. Eier und Larven in den Herzpartien werden dagegen, ebenso wie bei der Bekämpfung mit einer Gespannspritze, kaum erfaßt. Man muß deshalb das Stäuben so rechtzeitig vornehmen, daß die Imagines getroffen werden. Da der wahrscheinlich wichtigste Parasit erst frühestens 14 Tage nach dem Schlüpfen der Mücken erscheint, bietet diese Methode eine verhältnismäßig geringe Gefährdung dieses Nützlings. Es bleibt noch zu prüfen, ob eine einmalige Stäubung ausreicht.

Die Feststellung des Hauptbefalls durch die erste Generation und die des folgenden Schlupfes (zweite Generation) ist durch laufende Feldbeobachtung während der kritischen Zeit und mit Hilfe der vorher erwähnten Fangkasten- und Aufzuchtmethode leicht durchführbar. Sie kann bei jeder Kreisstelle für Pflanzenschutz erfolgen, so daß regionalen Unterschieden im Auftreten der Drehherzmücken Rechnung getragen werden kann. Es

sind damit die Voraussetzungen für einen Warndienst gegeben. Das Verfahren würde wie folgt durchzuführen sein:

1. Feststellung des Hauptschlupfes der ersten Generation mit Hilfe eingetragenen Larvenmaterials mittels Fangzylinder (HOLZ, 1952) oder Fangkästen bei den Bezirksstellen zwecks Vorwarnung für den zu erwartenden Hauptbefall;
2. Ermittlung des ersten Hauptbefalls im Jahr durch Feldbeobachtungen in der kritischen Zeit;
3. Feststellung des Schlupfes der zweiten Generation mit Hilfe von Fangkästen und Aufzuchtgläsern bei den Bezirks- und Kreisstellen für Pflanzenschutz;
4. Herausgabe einer Vorwarnung;
5. Bekanntgabe der Bekämpfungstermine.

Sollte sich im Laufe der nächsten Jahre bestätigen, daß — wie 1951 und 1952 — der Hauptschlupf der zweiten Generation in etwa konstantem Zeitabstand dem Hauptbefallsauftreten der ersten Generation folgt, so könnte die zweite Schlupffeststellung fortfallen und auf Grund der Erkennung des Hauptbefalls und Beachtung der Temperatur der Bekämpfungstermin vorausbestimmt werden.

Eine chemische Bekämpfung wird voraussichtlich nicht in jedem Jahr und nicht auf jedem Feld erforderlich sein. Da die Vermeidung der Herzfäule das Ziel einer solchen Abwehrmaßnahme darstellt und die Fäule erst nach dem Befall einsetzt, ist die chemische Bekämpfung nur als prophylaktische Maßnahme durchführbar. Auf Grund der Befallserhebungen und Beobachtungen scheint die Folgerung berechtigt, daß eine direkte Bekämpfungsmaßnahme erforderlich wird, wenn durch die erste Larvengeneration etwa 20%iger Befall in den Randreihen verursacht wurde.

## X. Zusammenfassung

Mit einem Auftreten von *Contarinia nasturtii* Kieffer an Kohlrüben ist in Schleswig-Holstein im allgemeinen jährlich zu rechnen, wenn auch die verursachten Schäden Schwankungen unterliegen.

Nach ergänzenden Beobachtungen über die Morphologie des Schädlings werden die biologischen Daten für die schleswig-holsteinischen Verhältnisse durch Freiland- und Laboruntersuchungen herausgearbeitet.

In trockenem Boden findet keine Kokonbildung statt, so daß der Schlupf ausbleibt. Die den Kokon verlassende Puppe dringt in kurzer Zeit bis zur Erdoberfläche vor, auf der unmittelbar danach der Schlupf erfolgt. Unter 5 cm Tiefe schlüpfende Puppen erreichen die Erdoberfläche nicht und geben damit möglicherweise eine Erklärung für die zuweilen festgestellte nützliche Wirkung der Bodenbearbeitung.

Im allgemeinen schlüpfen zuerst die Männchen. Sie haben eine kürzere Lebensdauer als die Weibchen. Die Copula erfolgt wenige Stunden nach dem Schlüpfen an Ort und Stelle.

In Schleswig-Holstein kann mit 4 Generationen gerechnet werden. Die drei ersten liegen im Juni, Juli und August. Der Beginn des Schlüpfens im Mai ist seltener und auf Anzuchtbeete beschränkt. Die vierte Generation im September verläuft nicht mehr vollständig.

Die Ortsbewegung der Imagines geschieht zwar durch gerichteten Zuflug, jedoch ist eine deutliche Abhängigkeit von den Windverhältnissen vorhanden. Es erfolgt zunächst ein wesentlich stärkerer Befall an den Feldrändern. Erst nach der zweiten Generation ist bei nicht zu großen Schlägen eine recht ausgeglichene Befallsverteilung über das ganze Feld festzustellen. Die Imagines halten sich vorwiegend unter dem Blätterdach auf. Sie verlassen einmal aufgesuchte Kohlrübenfelder während der Vegetationsperiode nicht mehr freiwillig.

Die Kohlrübe ist für schleswig-holsteinische Verhältnisse als erstrangige Wirtspflanze für *Contarinia nasturtii* anzusprechen. Wiederaustriebe auf vorjährigen Kohlrübenfeldern verursachen eine Verlängerung des Zuflugs.

Die ab Mitte Juni gepflanzten Kohlrübenbestände werden wesentlich weniger befallen als die im Frühjahr gedrillten Felder.

*Contarinia nasturtii* tritt in Schleswig-Holstein sehr unterschiedlich auf. Auf den leichten Geestböden ist der Befall infolge der dort häufiger angewandten Pflanzmethode und der ungünstigeren Feuchtigkeitsbedingungen (zu große Trockenheit) für den Schädling geringer als auf den Moräneböden im Osten und den Marschen im Westen. Es wird eine Übersicht über den Kohlrübenanbau Schleswig-Holsteins und über Befallserhebungen im Lande gebracht.

Die Befallssymptome sind klar erkennbar. Die einzelnen Erscheinungsformen werden beschrieben und mit ähnlichen Schadbildern durch Kohlblattlaus und Viruskrankheit verglichen.

Befall durch *Contarinia nasturtii* bedingt sehr häufig anschließende Herzfäule. Sie tritt unterschiedlich stark auf, setzt nach der Schädigung durch die zweite Larvengeneration ein und beeinflußt Ertragsdepressionen stärker als der eigentliche Drehherzmückenbefall. Herzfäule ohne vorhergehenden Mückenbefall konnte nicht beobachtet werden.

Ein Einblick in Teile der Lebensgemeinschaft des Kohlrübenfeldes wird gegeben. Dabei wird auf die leichte Verwechslung zwischen *Contarinia tritici* mit *nasturtii* hingewiesen. Die Parasitierung von *Contarinia* durch Platygasterinen ist bemerkenswert. Es werden Angaben über die Lebensweise der Parasiten gebracht.

Untersuchungen an 16 verschiedenen Kohlrübensorten ergaben Unterschiede in der Befallsstärke und Anfälligkeit gegen die Herzfäule. Keine der Sorten ist immun, am günstigsten schneiden aber die Gelbe Niendorfer und die Vogesa ab.

Abwehrmaßnahmen gegen *Contarinia nasturtii* sind auch in Kohlrübenbeständen notwendig. Die bei Kohl üblichen mehrmals im Jahr angewandten chemischen Bekämpfungen sind bei Kohlrüben aus wirtschaftlichen Gründen nicht tragbar. Als Kulturmaßnahmen sind insbesondere Fruchtwechsel, Beseitigung von Ernterückständen, Köpfen und Abfahren des Blattes vor dem Abwandern der Larven, spätere Bestellung (Pflanzen statt Drillen) und Sortenwahl zu nennen. Eine chemische Bekämpfung durch Bestäubung muß gegen die zweite Mückengeneration erfolgen. Sie kann aber nur in Verbindung mit einem Warndienst erfolgreich sein, für den eine Methode aufgezeigt wird. Die Bekämpfung mit Insektiziden wird nur dann

für notwendig erachtet, wenn durch die erste Generation über 20 % Befall in den Randreihen festgestellt ist. Sie wird im allgemeinen auf den Geestböden nicht erforderlich sein.

## Literaturverzeichnis


Barnes, H. F., Gall Midges of economic importance, 35—51, London 1946.

— — The identity of the Swede Midge with notes of its Biology. Ann. appl. Biol., 37, 241—248, 1950.

Bollow, H., Massenauftreten zweier in Bayern unbeachteter Getreide-Gallmückenarten, der Gemeinen und der Orangegelben Weizengallmücke (*Contarinia tritici* Kirby und *Sitodiplosis mosellana* Geh.). Zeitschrift Pflanzenschutz 4, 99—102, München 1952.

Bovien. P. und Knudsen, P., Krusesygegalmyggen (*Contarinia nasturtii* Kieffer) dens Biologi og Bekoempelse. Tidsskrift for Planteave, 53, 235—257, 1950.

Davies, W. M., The "many necked" condition of swedes in relation to varietal and manurial trials. Welsh I. Agric., 7, 319—332, 1931.

Dry, F. W., An attempt to measure the local and seasonal abundance of the Swede Midge in parts of Yorkshire over the years 1912 to 1914. Ann. appl. Biol. 2, 81—108, 1915.

Gleisberg, W., Gefahren für den Kohlbau. Deutsch. Landw. Presse, 47, 705—706, 1920.

Holz, W., Organisation des Warndienstes in den Niederlanden. Gesunde Pflanzen, 12, 13—14, 1952.

Kotte, W., Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung, 84—87, 1952.

Kotthoff, P., Die Drehherzmücke und die Fäule der Steckrüben. Landw. Wochenblatt f. Westfalen u. Lippe, 26, 987, 1952.

Leefmans, S., De draaihartigheid bij kool. Med. van den tuinbouw-vorlichtingsdienst, 1, 1937.

— — De draaihartigheid bij kool. II Med. van den tuinbouw-vorlichtingsdienst 5, 1938.

Lehmann, H. C., Die vier Gallmückenarten der Luzerne nebst einigen Bemerkungen über *Contarinia torquens* de Meij. Zeitschr. f. Pflanzenkr. u. Pflanzensch., 96—104, 1949.

Mesnil, L. C. R., Un traitement efficace contre la cécidomyie du chou-fleur. Rev. Path. vég., 24, 70—77, 1937.

Meyer, E., Bericht über die 1945 in Dithmarschen durchgeführten Untersuchungen über die Drehherzmücke (unveröffentlicht — Manuskript im Pflanzenschutzamt Kiel).

Noll, J., Roesler, R. und Benner, J., Die Drehherzmücke (*Contarinia nasturtii* Kieffer), ihre Biologie und Bekämpfung. Arbeiten über physiol. u. angew. Ent., 9, 1—44, 1942.

Olombel, M., Note préliminaire sur la cécidomyie du chou-fleur (*Contarinia torquens* de Meij.). C. R. Acad. Agric. France, 17, 178—182, 1931.

Rostrup, S. und Thomsen, M., Tierische Schädlinge des Ackerbaus. Übersetzt von H. Bremer und R. Langenbuch, Berlin 1931.

Schumacher, G. und Horanska, G., Erfahrungen aus dem ersten Hubschraubereinsatz gegen den Kartoffelkäfer in der Bundesrepublik. Frankfurt 1951.

Spithost, C., Draaihartigheid bij kool. Verslagen Med. Plantenziektenk. Dienst Wageningen, 54, 24 pp, 1929.

Taylor, T. H., Cabbage top in swedes. Publ. Yorkshire Counc. Agric. Edukat., 82, 21 pp, 1912.

Thomas, D. C., A study of the distitution of Swede Midge (*Contarinia nasturtii* Kieff.) in Devon and symptoms of its attack on various host plants. Ann. appl. Biol., 33, 77—81, 1946. Ref.: Rev. appl. Ent., 35, 208—209, 1947.

Tischler, W., Die Überwinterungsverhältnisse landwirtschaftlicher Schädlinge. Z. angew. Ent., 32, 184—194, 1951.

Tullgren, A., Kulturväxterna och Djurvärlden, 611—613, 1929.

Wahlin, B., DDT. i. kampen mot vetemyggan. Vätskyddsnotiser, 2, 1—5, Stockholm 1949. Ref.: Rev. appl. Ent., 10, 1951.

Walton, C. L., Some observations on the Swede Midge in N. Wales. I. Minist. Agric., 34, 527—551, 1927.

Wolff, W., Erdgeschichte und Bodenaufbau Schleswig-Holsteins unter Berücksichtigung des nordhannoverschen Nachbargebietes. Hamburg 1922.

# Die Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode zur Bekämpfung der Großen Narzissenfliege *(Lampetia equestris* F.*)*

Von

W. E. de Mol van Oud Loosdrecht, Amsterdam

*Mit 9 Abbildungen*

Inhaltsverzeichnis: 1. Einleitung. — 2. Röntgenbestrahlung. — 3. Ultrakurze elektromagnetische Wellen. — 4. Gase unter Druck. Vakuum. Kombination von Kohlensäure und Sauerstoff. — 5. Zusammenfassung. — Literatur.

## 1. Einleitung

Die Große Narzissenfliege, *Lampetia equestris* F., gehört zur Ordnung der *Diptera* oder Zweiflügler, und hierbei wieder zur Unterordnung der *Cyclorapha,* den eigentlichen Fliegen. Diese sind durch eine tönnchenförmige Puppe gekennzeichnet. Die Fliege verläßt die Puppe längs einer Naht (Raphe), welche in einem Zirkel um das Tönnchen herumläuft (Fig. 1 u. 2). Dieser physiologischen Erscheinung verdankt diese Unterordnung ihren Namen. Sie umfaßt eine Anzahl von Familien, u. a. diejenige der *Syrphiden* oder Schwebfliegen, zu der auch die Große Narzissenfliege gezählt wird. Dieselbe ist 13 mm lang, schwarz oder dunkel metallisch grün gefärbt, und (dicht) graugelb, braunrot oder schwarz behaart (Fig. 3). Die Made ist gelbweiß, stark gerunzelt, braun gekörnt und 12 mm lang (Fig. 4).

In allen Ländern Europas, in denen man die Blumenzwiebelkultur betreibt, ist diese Fliege gefürchtet, deren Heimat wahrscheinlich Südeuropa ist. Von da aus werden die Zwiebeln der Bouquetnarzisse, *Narcissus Tazetta,* alljährlich nach dem Norden versandt. Die Maden (eine oder mehrere) leben in den Zwiebeln, welche dann inwendig verfaulen (Fig. 5). In den Wintermonaten oder im Frühjahr verpuppen sich die Maden entweder im Boden oder in der Zwiebel.

Durch den strengen Winter — z. B. im Jahre 1941 bis 1942 — dürfte die Larve die Zwiebel wohl spät verlassen haben. Im

Fig. 1. *Lampetia equestris,* Puppen

Fig. 2. *Lampetia equestris*, auskommende Fliegen

Frühjahr muß der Züchter fleißig die Pflanzen entfernen und vernichten, welche von der Made angegriffen wurden. In der weiblichen Fliege können mehr als 100 Eier entstehen. Diese werden von der Fliege oft bei den Pflanzen in den Sand gelegt, mitunter aber auch auf die Pflanzen. Eine einzige Fliege kann also eine große Menge Narzissenzwiebeln zerstören. Am 28. März waren bereits zahlreiche Larven aus den Zwiebeln gekommen. Die Puppen findet man dann im Boden, nicht weit von der Zwiebel.

Für nähere Einzelheiten über *Lampetia equestris* F. siehe HODSEN (1939), KABOS (1939), OUDEMANS (ohne Jahreszahl), VAN POETEREN (1932), RITSEMA BOS (1884, 1885) und SORAUER (1913); ferner das Literaturverzeichnis.

Am 25. September 1937 entschloß ich mich dazu, bei verschiedenen Narzissenvarietäten die Reduktionsteilung zu verfolgen. Dabei konstatierte ich bei meinen eigenen Kulturen, daß die Zwiebeln von Comos, Dante, Poetarum, Ornatus (*N. poeticus* - Varietäten und von Lucifer (Large-capped) durch die Made der großen Narzissenfliege besonders stark gelitten hatten. Einige Tage später bemerkte ich, daß die Zwiebeln von drei Varietäten *N. pseudonarcissus*, die speziell für zytologische Untersuchungen weitergezüchtet wurden, auch zum Teil zerstört waren. Dies spornte mich dazu an, die Zwiebeln so zu behandeln, daß die Larven getötet werden mußten.

Ich dachte zuerst daran 3 Behandlungsmethoden in Anwendung zu bringen, mit denen ich mich — im Zusammenhang mit anderen Untersuchungen — gerade beschäftigte: 1. Röntgenbestrahlung. Dieselbe blieb jedoch ohne den gewünschten Erfolg. 2. Ultrakurze elektromagnetische Wellen. Durch diese sind die Maden einige Male getötet worden. 3. Indiffe-

Fig. 3. *Lampetia equestris*, Fliegen

Fig. 4. *Lampetia equestris*, Maden

rente Gase unter mehr oder weniger hohem Druck; siehe De Mol 1941. Diese Behandlung ergab ein derartig befriedigendes Resultat, daß der Vorstand der Nederlandse Vereniging tot bevordering der wetenschappelijke veredeling van Siergewasse (Vereinigung zur Förderung der wissenschaftlichen Veredlung von Ziergewächsen) (NEVERSIE), deren Gründung durch einen königlichen Erlaß vom 26. Oktober 1935 genehmigt wurde, mich stark ermutigte, meine Experimente in dieser Richtung hin fortzusetzen und für meine Arbeitsmethode das holländische Patent anzufragen. Letzteres ist mir auch erteilt worden. Nachstehend der Inhalt des Textes, woraus kurz zu ersehen ist, wie die Laboratoriumsversuche vorgenommen wurden und warum es erwünscht wäre, die aus England stammende Warmwasserbehandlung durch eine andere Methode zu ersetzen. Nach der Warmwasserbehandlung können die Zwiebeln vom Züchter wohl gepflanzt aber nicht exportiert werden. Dazu sind die Blumen der von der Fliege nicht angetasteten Zwiebeln meist zu sehr beschädigt. Die Zwiebeln, welche von der Fliege wohl angetastet wurden, bringen meistens keine Blume hervor. Im

nächsten Jahre besteht dann beim Export wieder von neuem die Gefahr, daß die Zwiebeln von der Fliege angetastet werden können.

Was die Namen der Narzissensorten und -varietäten betrifft, so verweise ich dafür auf „Classified List of Daffodil Names", The Royal Horticultural Society, London, 1950. Nachstehend die Namen derjenigen Narzissen, mit denen experimentiert worden ist, und zwar in der Reihenfolge in welcher sie in dieser Publikation erwähnt werden. Dahinter ist angegeben, zu welcher „Division" sie gehören.

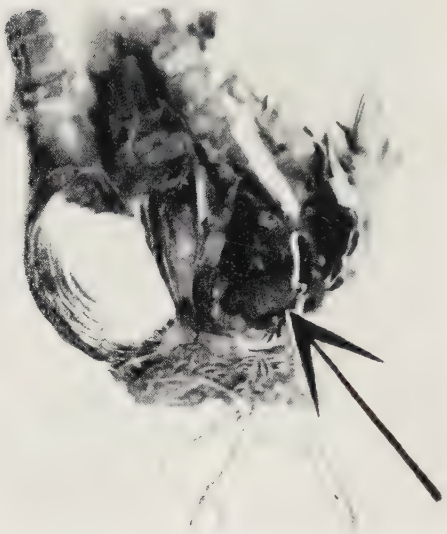


Fig. 5
Aufgeschnittene, ausgefressene Zwiebel mit Made

| Narzissensorten und -varietäten | Division |
|---|---|
| Tazetta (byzantinus) | 10 |
| Comos | 9 |
| Dante | 9 |
| Poetarum (poeticus var. poetarum) | 10 |
| Ornatus (poeticus var. poetarum) | 10 |
| Lucifer | 2 b |
| Van Sion (Telamonius var. plenus) | 10 |
| Golden Spur | 1 |
| Barii-Varietät | 3 |
| Early Surprise | 3 |
| King Alfred | 1 |
| Sir Watkin | 2 |
| Victoria | 1 |
| Emperor | 1 |
| Horace | 9 |
| White Lady | 3 |
| Princeps | 1 |

1 = Trumpet Narcissi; 2 = Large-cupped; 3 = Small-cupped; 9 = Poeticus; 10 = Species and Wild Forms and Hybrids.

Abschrift (Übersetzung)

C. D. 632.951
632.949

Ausgegeben 15. März 1940
Datum 17. Februar 1940

Urheberrechte vorbehalten.
Patentrat der Niederlande.

PATENT NR. 48103

Klasse 45 1. 3 b, (45 1. 3)

Dr. WILLEM EDUARD de MOL in Amsterdam
Arbeitsmethode zur Tötung von Parasiten in oder an Zwiebeln.

Anfrage 91956 Niederlande, eingereicht am 13. Februar 1939, um 24 Uhr

veröffentlicht am 16. Oktober 1939.

Die Erfindung bezieht sich auf das Töten der Parasiten in oder an Zwiebeln, z. B. Blumenzwiebeln oder anderen Zwiebeln. Derartige den

Blumenzwiebeln usw. schädlichen Parasiten sind: die Große Narzissenfliege (*Lampetia equestris* F.) und die Kleine Narzissenfliege (*Eumeris strigatus* F.).

Gewöhnlich versucht man die Narzissenfliege durch Behandlung der Zwiebeln mit heißem Wasser zu bekämpfen. Die Zwiebeln werden 2 bis 4 Stunden lang in Wasser von 43,5° C getaucht und danach getrocknet. Die Erfahrung lehrt, daß die Made dann oft getötet worden ist.

An dieser Methode haften jedoch Beschwerden. Nicht alle Narzissenvarietäten können es gut vertragen mit heißem Wasser behandelt zu werden. Durch das Untertauchen der Zwiebeln in heißes Wasser von 43,5° C werden die Maden auch nicht immer getötet. Man wagt es aber nicht, höhere Temperaturen anzuwenden, weil die Zwiebeln diese nicht vertragen können. Man übt also unwillkürlich eine Selektion auf die Larven aus, wobei diejenigen mit dem größten Widerstandsvermögen am Leben bleiben.

Wenn die Larven die Zwiebeln stark ausgefressen haben, dann füllen sich letztere bei dieser Behandlung mit dem Wasser. Dann dauert es sehr lange bis die Zwiebeln wieder trocken sind. Wenn diese dann weiterhin in einer Scheune aufbewahrt werden, kann — sehr zu ihrem Schaden — Gärung entstehen. Darum wurde nach einer Methode gesucht, bei welcher die Made getötet wird und die Zwiebel doch trocken bleibt, und auch weiter keine nachteiligen Folgen empfindet.

Es muß noch darauf aufmerksam gemacht werden, daß man hierzu giftige Gase (wie Blausäuregas usw.) nicht verwenden kann, weil diese die Zwiebel mit ihrer neuen Knospe antasten würden. Die Widerstandsfähigkeit der Larve ist meistens größer als diejenige der Sprosse in der Zwiebel, so daß die üblichen Vertilgungsmittel für Parasiten hier nicht angewendet werden können.

Dieser Erfindung nach werden die Zwiebeln in einem geschlossenen Raum einer Behandlung mit Kohlensäure und Sauerstoff unter Druck unterworfen. Wenn die Kohlensäure oder der Sauerstoff unter den gleichen Umständen apart angewendet werden, wird kein günstiges Resultat erzielt. Kohlensäure unter Druck tötet das pflanzenartige Protoplasma, so daß die Zwiebeln weich werden und absterben, während Sauerstoff unter Druck die Larven nicht tötet. Bei Anwendung einer Mischung von Kohlensäure und Sauerstoff unter Druck werden die Larven getötet, während die Zwiebeln nicht im geringsten darunter leiden.

Um eine Antastung der Zwiebel und ihrer neuen Knospe zu vermeiden, muß die Endmischung auf alle Fälle weniger als 50 Volumenprozent Kohlensäure enthalten.

Diese Arbeitsmethode wird vorzugsweise wie folgt ausgeführt: Die Zwiebeln werden in ein eisernes Faß getan, z. B. in ein eisernes Rohr von 3 m Länge, 10 cm Durchschnitt (innen) und einer Wandstärke von 15 mm. Wenn die Zwiebeln sich darin befinden, wird das Rohr an dem einen Ende mit einem Schraubendeckel abgeschlossen und am anderen Ende werden dann aus Zylindern Kohlensäure und Sauerstoff nacheinander in das Rohr gelassen.

Die Zufuhrröhren sind mit einem Manometer verbunden. Zuerst wird die Kohlensäure hineingelassen und zwar solange bis der Manometer 2 at anweist. Dann wird der Hahn zugedreht. Man sieht dann den Manometer zurücklaufen, was ein Beweis dafür ist, daß die Kohlensäure in die Zwiebeln

eindringt. Daraufhin wird von neuem Kohlensäure zugeführt, bis der Manometer konstant auf 2 at stehen bleibt.

Nun wird der Sauerstoff hinzugefügt, bis der Druck 10 at beträgt, und dann schließt man den Hahn wieder ab. Wenn der Manometer etwas zurückläuft, läßt man noch etwas Sauerstoff hinzuströmen; dann bleibt der Manometer einige Stunden lang konstant auf 10 at stehen. (Siehe Fig. 9).

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß dieser Druck von 10 at durch 20% Kohlensäure und 80% Sauerstoff erzielt wird. Die Zwiebeln werden 24 Stunden lang unter diesem Druck von 10 at gelassen. Dann wird das Rohr geöffnet und die Zwiebeln werden wieder herausgeholt. Die Larven sind dann tot. Die Zwiebeln sind vollständig trocken geblieben. Sie haben nicht gelitten, was sich beim Aufschneiden und bei der Untersuchung der jungen Sprosse deutlich zeigt.

Nach vielen Versuchen hat sich ergeben, daß bei dieser Erfindung die obige Arbeitsmethode die beste und zuverlässigste ist, solange das Larvenstadium noch andauert.

Eine 24stündige Behandlung bei 10 at mit einer Mischung von dreimal soviel Sauerstoff als Kohlensäure, hatte oft ebenfalls den gewünschten Erfolg.

Als Zwiebeln wurden zu diesen Versuchen nur solche Exemplare genommen, welche eine oder mehrere Maden enthielten (Große und Kleine Narzissenfliege). Diese sind äußerlich an einer kleinen Öffnung zu erkennen und (oder) daran, daß sie sich weich anfühlen.

Wenn das Larvenstadium zu Ende geht, wird der Widerstand größer. Bei vorstehender Behandlungsweise werden dann zwar noch viele Larven getötet, aber doch nicht alle.

Nun kann aber die Spannung erhöht und die Dauer der Behandlung verlängert werden. Bei 12 at, 48 Stunden lang (20% $CO_2$ + 80% $O_2$) wurden die sich langsam verpuppenden Larven aber dennoch alle getötet.

Hierbei ist zu beachten, daß die Zwiebeln in der Praxis nie so spät behandelt werden dürfen, sondern dann, wenn die Larven jünger sind und daher also bedeutend weniger Widerstandskraft besitzen.

## Konklusion

1. Arbeitsmethode zur Tötung von Parasiten in oder an Zwiebeln, mit dem Kennzeichen, daß die Zwiebeln in einem geschlossenen Raum in der Weise einer Behandlung mit Kohlensäure und Sauerstoff unter Druck unterworfen werden, daß die sich in dem Raum befindliche Gasmischung schließlich weniger als 50 Volumenprozent Kohlensäure enthält.
2. Arbeitsmethode gemäß Konklusion 1, mit dem Kennzeichen, daß zuerst Kohlensäure und danach Sauerstoff in den Raum gepreßt wird.
3. Arbeitsmethode gemäß Konklusion 1 oder 2, mit dem Kennzeichen, daß die Zwiebeln unter einem Druck von 10 at 24 Stunden lang mit einer Gasmischung behandelt werden, welche aus 20 Vol.% Kohlensäure und 80 Vol.% Sauerstoff besteht.

P. KRABBENDAM verfügt über Angaben, aus welchen hervorgeht, daß 2 Stunden „kochen" bei 42° C zur Tötung der Maden der Narzissenfliegen genügen.

(Bloembollenteelt (Blumenzwiebelzucht) III, Hoorn, 1951, S. 93).

Ich hoffe hierauf noch näher zurückzukommen.

## 2. Röntgenbestrahlung

Am 11. Oktober 1937 wurden einige Dutzend Zwiebeln der Narzissenvarietät Van Sion, welche von Maden angetastet waren, der Bestrahlung unterworfen. (Siehe Fig. 6.) Einige kleine Partien erhielten nacheinander 400, 1200, 1600 und 2000 r. Eine stärkere Dosis wagte ich nicht zu verabreichen, da dies der Zwiebel bestimmt geschadet hätte. Bald darauf stellte sich schon heraus, daß die Maden keineswegs getötet worden waren.

## 3. Ultrakurze elektromagnetische Wellen

Im Juli desselben Jahres hatte ich damit begonnen, Schritte zur Erlangung eines Ultra-Kurzwellen-Apparates zu unternehmen. Dieser wurde mir (ebenso wie die Installation für Röntgenbestrahlung) von der N.V. Philips, Eindhoven, zur Verfügung gestellt. So wurde mir in vorbildlicher Weise zu der Apparatur verholfen, welche die Ultrakurzwellen abgibt. Diese besteht in der Hauptsache aus einem sogenannten Magnetronsender: eine Lampe erweckt Schwingungen; siehe weiter. Auch hier war es mir in erster Linie nicht darum zu tun, Maden zu töten. Da ich die Anlage aber nun einmal zur Verfügung hatte, wollte ich auch feststellen, ob ich damit die Made vernichten konnte.

Fig. 6. Röntgen-Apparat. Die Zwiebeln vor der Bestrahlung

Bei der drahtlosen Telegraphie und der drahtlosen Telephonie werden elektromagnetische Wellen verwendet. Diese werden durch einen Metalldraht (Sendantenne) ausgesandt, in welchem ein schnell wechselnder elektrischer Strom unterhalten wird. Hierbei denken wir an das Radio und an die elektromagnetischen Wellen, welche von den Radiostationen — oft zwischen 20 und 2000 m — ausgesendet werden. Auf der Empfangsstation werden durch diese elektromagnetischen Wellen in der Antenne wieder Wechselströme erzeugt. Je kürzer die Wellenlänge, desto höher ist die Frequenz des Wechselstroms.

Etwas ähnliches findet auch in der Diathermie statt.

Es dürfte dem Leser wohl bekannt sein, daß bereits im Altertum Wärme als Heilkraft verwendet wurde. Später verstand man es, durch elektrischen Strom Wärme im Körper zu konzentrieren. (Diathermie; dia = durch, thermainein = erwärmen, durchwärmen). Wir wissen, daß der elektrische Strom sogar einen Leiter glühen läßt (elektrische Birne und Ofen).

Nunmehr ist es geglückt, elektrische Wechselströme von hoher Frequenz (große Anzahl Schwingungen) ohne Schaden auch durch den Körper leiten zu können.

Für diese medische Kurzwellen-Diathermie bedient man sich meistens eines Apparats, der Wellen von 12 bis 3 m aussendet. Das zu behandelnde Objekt wird zwischen große Kondensatorplatten gestellt. Ein derartiger Apparat hat ein großes Leistungsvermögen.

Als ich mit diesen Versuchen begann (1937) war es bereits bekannt, daß die ultrakurzen Wellen von 16 cm nur zu rein-therapeutischen Zwecken gebraucht wurden. Siehe DAAN u. a. (1937); VAN EVERDINGEN erwähnt hierzu, daß man mit einer Erklärung noch sehr vorsichtig sein müsse. In späteren Publikationen sagt er, daß durch Wellen von 16 und 10 cm die molekülären Gewebe abgebrochen werden. Man hatte nämlich versucht, Mäuse von einer Krebsgeschwulst damit zu heilen. Kann die Made in der Zwiebel nun auf dieselbe Weise getötet werden, wie der Herd bösartiger Zellen bei einer Maus vernichtet wird? Man nimmt an, daß diese Kurzwellen von 16 cm oder noch kürzer, wohl auch noch andere Dinge bewerkstelligen können als nur Temperaturwirkungen. Wenn eine Maus sich darin 2 Tage aufhält, dann stirbt sie.

Nun ist es mit diesen ultrakurzen Wellen aber so, daß man technisch damit noch oft festläuft. Die Apparate mit einer längeren Welle (3 bis 12 m) arbeiten korrekter. Diese werden — wie bereits erwähnt — für therapeutische Zwecke verwendet.

Wir wußten natürlich nicht, wie groß der Widerstand der Larve und derjenige der Zwiebel sein würde. Wenn dieser bei der Zwiebel geringer sein sollte als bei der Larve, dann wäre die Dichtigkeit des elektrischen Feldes in der Zwiebel größer als in der Larve. Dadurch würde dann gerade in der Zwiebel eine größere Erwärmung stattfinden. Hätte dagegen die Larve eine geringere Widerstandsfähigkeit (also ein dichteres elektrisches Feld), dann würde die größte Wärmewirkung bei ihr auftreten. Die Larve könnte dann vernichtet werden. Ich hätte versuchen können, den Lauf der Kraftlinien festzustellen, was aber nicht geschehen ist.

Tulpen und Hyazinthen wurden nur mit einer Welle von 2 m behandelt. Dann folgten Narzissenzwiebeln mit Maden, wobei Wellen von 140 cm und von 60 cm verwendet wurden.

### Mit einer Kurzwelle von 140 cm behandelte Zwiebeln

Bei einer Wellenlänge von 140 cm werden die Zwiebeln zwischen zwei Kondensatorplatten gelegt. Sie befinden sich dann in einem elektrischen Feld von hoher Frequenz (Wechselstrom). Von einer „Bestrahlung" kann man also faktisch nicht mehr reden.

Auf diese Weise wurden die Zwiebeln von 11 verschiedenen Varietäten — hauptsächlich von Golden Spur — behandelt.

In nachstehenden Tabellen ist die Temperaturzunahme in Kreuzzeichen ausgedrückt:

*Tabelle 1*

ein + bedeutet = lau;
zwei ++ „ = warm;
drei +++ „ = heiß;
ein — „ = keine Temperaturzunahme.

| Varietät | Datum | Dauer (Minuten) | Anzahl der Zwiebeln | Zustand der Zwiebel | Zustand der Made | Temperaturzunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Van Sion | 2. XI. | 15 | 1 | normal | lebend, normal | + |
| | | 20 | 1 | etwas beschädigt | tot, vertrocknet | ++ |
| | | 25 | 1 | normal | lebend, normal | + |
| | | 30 | 1 | beschädigt | tot, vertrocknet | + |
| | | 35 | 1 | unbeschädigt | tot, vertrocknet | ++ |
| | | 40 | 1 | normal | tot, vertrocknet (2 Maden) | ++ |
| Golden Spur | 3. XI. | 5 | 9 | 8 normal | keine Maden | — |
| | | | | 1 normal | keine Maden | + |
| | | 10 | 9 | 7 kein ernstlicher Schaden | 2 Maden, normal | — |
| | | | | 2 etwas eingebrannte Spitze (der spitz zulaufende obere Teil der Zwiebel oder der junge Sproß) | keine Maden | ++ |
| | | 15 | 9 | Spitze etwas eingebrannt | keine Maden | ++ |
| | | 20 | 9 | 7 Zwiebeln beschädigt, an der Spitze eingebrannt | 3 Maden, wovon 2 tot, 1 lebend | + |
| | | 30 | 9 | alle beschädigt, an der Spitze eingebrannt | 1 Made, tot | ++ |
| Barii-Varietät | 4. XI. | 5 | 1 | normal, viel lebende Milben | lebend, normal | — |
| | | 10 | 1 | normal, viel lebende Milben | lebend, normal | + |
| | | 20 | 1 | normal, keine Milben | keine Made | + |
| | | 30 | 1 | normal, viel lebende Milben | lebend, normal | ++ |
| Early Surprise | 5. XI. | 15 | 2 | normal | 1 Made, tot | ++ |
| | | 25 | 2 | normal | 1 Made, tot | ++ |
| | | 40 | 2 | normal | keine Maden | +++ |
| King Alfred | 5. XI. | 15 | 1 | normal | 3 Maden (1 gr. u. 2 kl.) lebend; viel lebende Milben | — |
| | | 25 | 1 | normal | lebend, normal | + |
| | | 30 | 1 | normal | keine Made | ++ |
| | | 35 | 1 | normal | lebend, normal; lebende Milben | ++ |
| | | 40 | 1 | normal | lebend, normal; lebende Milben | +++ |

*Fortsetzung der Tabelle 1 nächste Seite!*

*Fortsetzung von voriger Seite*

| Varietät | Datum | Dauer (Minuten) | Anzahl der Zwiebeln | Zustand der Zwiebel | Zustand der Made | Temperaturzunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Sir Watkin | 6. XI. | 15 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | — |
| | | 25 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | + |
| | | 30 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | ++ |
| | | 40 | 1 | normal | keine Made | ++ |
| Victoria | 8. XI. | 15 | 1 | normal | 2 Maden (1 gr. u. 1 kl.) lebend; lebende Milben | + |
| | | 25 | 1 | normal | lebend, normal; lebende Milben | + |
| | | 30 | 1 | normal | 4 Maden (1 gr. u. 3 kl.); lebende Milben | ++ |
| | | 40 | 1 | normal | 2 Maden (1 gr. u. 1 kl.); lebende Milben | ++ |
| Emperor | 8. XI. | 25 | 1 | normal | 9 Maden (2 gr. u. 7 kl.) lebend | + |
| | | 40 | 1 | normal | lebend, normal | ++ |
| Horace | 8. XI. | 15 | 1 | normal | keine Made; viel lebende Milben | + |
| | | 25 | 1 | am Boden eingebrannt | keine Made | ++ |
| | | 30 | 1 | normal | eine tote Made; viel lebende Milben | ++ |
| | | 40 | 1 | am Boden eingebrannt | eine tote Made; sehr viel tote Milben | +++ |
| White Lady | 9. XI. | 15 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | + |
| | | 25 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 30 | 1 | normal | eine tote Made | ++ |
| | | 40 | 1 | normal | lebend, normal | ++ |
| Princeps | 9. XI. | 15 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | + |
| | | 20 | 1 | normal | keine Made; viel lebende Milben | ++ |
| | | 30 | 1 | normal | lebend | ++ |

*Tabelle 2*

| Varietät | Datum | Dauer (Minuten) | Anzahl der Zwiebeln | Zustand der Zwiebel | Zustand der Made | Temperaturzunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Golden Spur A | 12. XI. | 5 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | — |
| | | 10 | 1 | normal | keine Made | — |
| | | 15 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 20 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 25 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | ++ |
| | | 30 | 1 | normal | keine Made | ++ |
| | | 35 | 1 | normal | keine Made | ++ |
| | | 40 | 1 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | ++ |
| Golden Spur B | 13. XI. | 5 | 2 | normal | keine Maden | — |
| | | 10 | 2 | normal | keine Maden | + |
| | | 15 | 2 | normal | keine Maden | ++ |
| | | 20 | 2 | 1 normal, 1 unten eingebrannt | keine Maden | ++ |
| | | 25 | 2 | 1 normal, 1 normal mit eingebrannter kl. Nebenzwiebel | keine Maden | ++ |
| | | 30 | 2 | normal | keine Maden | ++ |
| | | 35 | 2 | 1 normal, 1 an der Spitze etwas eingebrannt | keine Maden | ++ |
| | | 40 | 2 | normal | keine Maden | +++ |
| Golden Spur C | 15. XI. | 5 | 3 | normal | lebend, normal; viel lebende Milben | — |
| | | 10 | 3 | 2 normal, 1 an der Spitze etwas eingebrannt | keine Maden | + |
| | | 15 | 3 | 1 normal, 2 an der Spitze etwas eingebrannt | keine Maden | ++ |
| | | 20 | 3 | normal | keine Maden | ++ |
| | | 25 | 3 | 1 normal, 2 an der Spitze eingebrannt | 1 lebende Made | ++ |
| | | 30 | 3 | 2 normal, 1 an der Spitze eingebrannt | keine Maden | ++ |
| | | 35 | 3 | normal | 1 lebende Made; lebende Milben | +++ |
| | | 40 | 3 | 1 normal, 2 an der Spitze eingebrannt | 1 Made, tot; viel tote Milben | +++ |

*Fortsetzung der Tabelle 2 nächste Seite!*

*Fortsetzung von voriger Seite*

| Varietät | Datum | Dauer (Minuten) | Anzahl der Zwiebeln | Zustand der Zwiebel | Zustand der Made | Temperaturzunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Golden Spur D | 16. XI. | 5 | 4 | normal | keine Made | — |
| | | 10 | 4 | 3 normal, 1 etwas gelitten | 1 lebende Made; viel lebende Milben | + |
| | | 15 | 4 | normal | keine Made | + |
| | | 20 | 4 | normal | keine Made | + |
| | | 25 | 4 | 3 normal | keine Made; lebende Milben | + |

**Mit einer Kurzwelle von 60 cm behandelte Zwiebeln**

Bei der Behandlung mit einer Wellenlänge von 60 cm befindet sich die Zwiebel in einem ellipsenförmigen Kasten. Die Antenne kommt in die eine Brandlinie und das zu „bestrahlende" Objekt in die andere. (Siehe Fig. 7.) M ist eine sogenannte Magnetronröhre, in welcher elektrische Schwingungen von hoher Frequenz erweckt werden. V ist der Speisungsapparat für diese Röhre, und N und Z bilden die Pole eines starken Magneten, welcher für die gute Wirkung des Magnetrons notwendig ist. Die elektrischen Schwingungen werden auf ein System paralleler Drähte (Lecher-Drähte L) über-

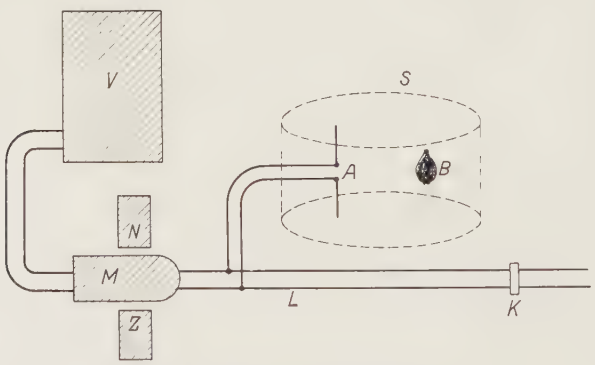



Fig. 7. Schema des Apparats für die Behandlung mit 60-cm-Kurzwellen

tragen, welche mit Hilfe eines Kurzschluß-Stückes K auf die richtige Wellenlänge abgestimmt werden. Eine Abzweigung führt nach der Antenne A, welche auf die elektrische Energie ausstrahlt und die in eine Brandlinie des elliptischen Spiegels S plaziert ist, welcher die Form einer Metalldose hat. In der zweiten Brandlinie, worin sich die Zwiebel befindet, findet demnach eine Konzentration elektromagnetischer Schwingungen statt. Dort werden also die Zwiebeln „bestrahlt" (oder „besendet").

Die Narzissenvarietät Golden Spur ist auf diese Weise in die Untersuchungen einbezogen worden.

*Tabelle 3*

| Varietät | Datum | Dauer (Minuten) | Anzahl der Zwiebeln | Zustand der Zwiebel | Zustand der Made | Temperaturzunahme |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Golden Spur E | 17. XI. | 5 | 1 | normal | keine Made | — |
| | | 10 | 1 | normal | keine Made | — |
| | | 15 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 20 | 1 | verfault | normal, lebend; lebende Milben | + |
| | | 25 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 30 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 35 | 1 | normal | keine Made | + |
| | | 40 | 1 | normal | keine Made | + |
| Golden Spur F | 18. XI. | 5 | 2 | 1 normal 1 verfault | keine Made | — |
| | | 10 | 2 | normal | keine Made | — |
| | | 15 | 2 | normal | keine Made | — |
| | | 20 | 2 | normal | keine Made | — |
| | | 25 | 2 | 1 normal 1 angetastet | Made lebend; Milbe lebend | — |
| | | 30 | 2 | normal | keine Made | — |
| | | 35 | 2 | beide angetastet | 1 lebende Made; lebende Milben | — |
| | | 40 | 2 | normal | keine Made | — |
| Golden Spur G | 19. XI. | 5 | 3 | normal | keine Made | — |
| | | 10 | 3 | normal | keine Made | — |
| | | 15 | 3 | normal | keine Made | — |
| | | 20 | 3 | normal | keine Made | — |
| | | 25 | 3 | normal | keine Made | — |
| | | 30 | 3 | 2 normal 1 angetastet | lebende Maden; lebende Milben | — |
| | | 35 | 3 | 2 normal 1 angetastet | lebende Maden; lebende Milben | + |
| | | 40 | 3 | normal | keine Made | + |

Zu vorstehenden Angaben sind noch verschiedene Anmerkungen zu machen. Ich selbst komme zu den folgenden:

Von den zu diesen Versuchen verwendeten Zwiebeln waren viele von Maden beschädigt. Beim Aufschneiden dieser Zwiebeln stellte sich jedoch oft heraus, daß sich keine Made mehr darin befand. Außer den hier erwähnten Zwiebeln wurden auch noch andere behandelt, welche nicht von Maden angetastet waren. Diese wurden gepflanzt. Im Frühjahr 1938 wiesen sie oft dieselben Merkmale auf (mehr oder weniger große Beschädigungen) wie die Zwiebeln, welche im Lagerraum einer hohen Erwärmung ausgesetzt gewesen waren. Wie man sieht, kann hierbei von einer Regelmäßigkeit überhaupt nicht oder nur wenig geredet werden. In den Zwiebeln mit + + + wurden mitunter lebende Larven gefunden (King Alfred); in denjenigen mit + + waren sie ab und zu getötet (Van Sion). Man spricht von toten und von vertrockneten Maden. Die Erfahrung hat mich gelehrt, daß die Made in der Zwiebel im Anfang der Behandlung noch lebte. Die Maden werden wohl durch die Erwärmung eingetrocknet sein.

Ferner sehen wir, daß zwar die Dauer der Bestrahlung angegeben wurde, die Feldstärke dagegen nicht. Selbstverständlich wäre es wünschenswert gewesen, auch auf die Qualität zu achten und außerdem die Temperatur innerhalb der Zwiebel zu kontrollieren (Thermokuppel-Messungen). Es müßte danach gestrebt werden festzustellen, wieviel die Temperatursteigerung im Innern der Zwiebel beträgt, und zwar — was Feldstärke und Zeit betrifft — auch wieder quantitativ.

Alles in allem weisen die nur rohen, zur Orientierung dienenden Versuche darauf hin, daß vielleicht noch Resultate in dieser Richtung hin erzielt werden können. Wenn man quantitativ arbeitet, noch mehr Messungen vornimmt und noch mehr Zahlen ermittelt, dann sollte es doch wohl möglich sein, noch tiefer in das Wesen dieser Materie einzudringen. Auch würde eine Behandlung bei einer noch höheren Frequenz angewendet werden können.

Die Larven können auch noch zu verschiedenen Zeiten mit einem schwachen bis stärkeren Feld außerhalb der Zwiebel bestrahlt werden.

Bei der Made kann auch von einem Abbruch der molekülären Gewebe die Rede sein; siehe die diesbezüglichen Mitteilungen von VAN EVERDINGEN.

Biochemisch sind die Zwiebel und die Larve zwei total verschiedene Wesen. Wir brauchen uns daher nicht zu verwundern, daß sie auch ganz verschieden reagieren. Der Erwärmungsfaktor ist außerdem bei einer Welle von 10 cm nur sehr gering; siehe VAN EVERDINGEN. Offensichtlich wird also die ganze Energie für die chemischen Prozesse gebraucht.

Bei einer nur oberflächlichen Betrachtung wäre man nun zu der Annahme geneigt, daß die Kurzwellenbehandlung allein dann auf die Maden vernichtend wirkt, wenn zu gleicher Zeit eine starke Erwärmung erfolgt.

Die Erwärmung ist diesen Versuchen nach oft örtlich, was wiederum eine Folge der Lage der Zwiebeln hinsichtlich der Kondensatorplatten ist. Das erklärt auch warum die Zwiebel oft beschädigt ist, während die Larve noch lebt.

Daß die Made bei gleicher Erwärmung bestimmt getötet wird, ergab sich z. B. bei HORACE am 8. November 1937: Made und hunderte Milben tot, Zwiebel beschädigt; Made tot, Milben lebend, Zwiebel unbeschädigt.

In den gut leitenden Teilen tritt „Joule'sche Wärme" auf; da die äußere Schicht der Zwiebel ziemlich trocken ist, könnte in ihrem Innern sehr gut eine Erhitzung stattfinden. (Gesetz von Joule: die durch einen elektrischen Strom entwickelte Wärmemenge proportional dem Quadrat der Stromstärke, dem Widerstand und der Zeit).

Wir dürfen aber nicht vergessen, daß man vor allen Dingen wissen muß, wie die Erwärmung in der Zwiebel verläuft (Thermokuppel, Kraftlinien). Die Tatsache, daß die Ergebnisse so verschieden sind, weist nochmals darauf hin, daß quantitativ gearbeitet werden muß.

Es ist sehr gut möglich, daß die Widerstandskraft der Larve, wenn sie älter wird, größer ist als diejenige der Zwiebel. Es würde am besten sein, die Zwiebeln dann möglichst früh der Behandlung zu unterwerfen. Hieraus ergibt sich wieder, wie nötig ein quantitatives Arbeiten ist.

Daß sich bei der Wellenlänge von 60 cm — im Gegensatz zu derjenigen von 140 cm — scheinbar keine Erwärmungsresultate ergaben, dürfte wahr-

scheinlich darauf zurückzuführen sein, daß die Lampe nicht stabil gearbeitet hat. Die Spannung schlug oft ab. Wir dürfen aber nicht vergessen, daß die Lampe stabil arbeiten muß, was aber eine rein-technische Frage ist, Ob überhaupt keine Erwärmung entstand, ist natürlich noch eine Frage, da ja im Innern der Zwiebel nichts gemessen wurde. Und doch handelt es sich hier um eine wichtige Erscheinung. Bei einer Steigerung der Frequenz ist der Erwärmungsfaktor bei tierischen Geweben noch viel wichtiger, da er durch chemische Wirkungen ersetzt wird. Wie es sich mit den chemischen Wirkungen verhält, welche in der Zwiebel eventuell eintreten, müßte eben falls untersucht werden. Man muß doch schließlich wissen, ob von den verwendeten Kurzwellen eine spezifische Wirkung ausgeht oder eine selektive, welche die Larve bestimmt tötet und die Zwiebel unberührt läßt.

## 4. Gase unter Druck. Vakuum. Kombination von Kohlensäure und Sauerstoff

Ich hatte im Oktober 1937 damit begonnen Zwiebeln von Hyazinthen, Tulpen und Narzissen einem Druck von 25 bis 1000 at zu unterwerfen (media: Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure, Luft); siehe de Mol 1941. Während ich mit diesen Versuchen beschäftigt war, kam ich zu folgenden Erwägungen: Wenn ich die Narzissenzwiebel mit der darin befindlichen Larve einem Druck von Kohlensäure und Sauerstoff unterwerfe, dann muß dies eher auf die Larve schädlich wirken als auf die Zwiebel.

Ich erinnere hierbei daran, daß die beim gewöhnlichen, normalen Prozeß der Kohlensäure-Assimilation stattfindende Reaktion unabhängig vom Licht verläuft (und als erstes sichtbares Produkt Phosphoglyzerinsäure entstehen läßt). Für den Teilungsprozeß von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff ist dagegen wohl Lichtenergie nötig. Diese beiden Prozesse bezeichnet man als Photosynthese.

Nun mußte festgestellt werden, in welchem Verhältnis Kohlensäure und Sauerstoff die Made töten, ohne der Zwiebel zu schaden, und ferner, wie hoch der Druck und wie lange die Dauer der Behandlung sein muß.

Vor obigen Versuchen und auch zwischen den Experimenten, sind die Zwiebeln mit Larven auch mehrmals behandelt worden.

Sie wurden einem Druck von Stickstoff, Kohlensäure und Sauerstoff unterworfen und auch in ein Vakuum gebracht. Dies geschah alles in den Jahren 1938 und 1939.

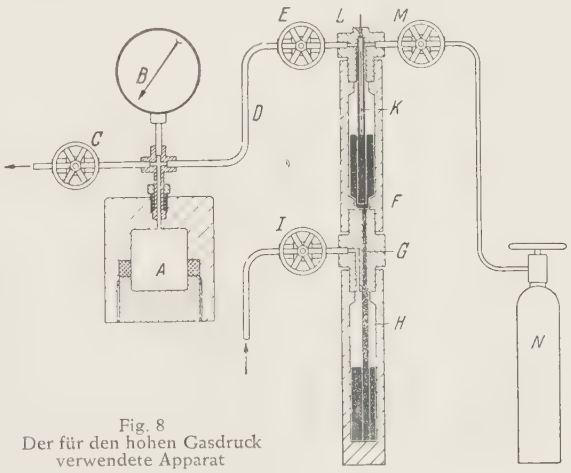



Fig. 8
Der für den hohen Gasdruck verwendete Apparat

*Tabelle 4*

| Nr. der Probe | Datum der Behandlung | Datum der Untersuchung | Anzahl der Zwiebeln | G a s (e) | Zahl der at | Zahl der Stunden | Resultat |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 26. X. | 1. XI. | 6 | N | 500 | 48 | 3 Larven: lebend |
| 2 | 1. XI. | 9. XI. | 1 | Vakuum | — | 24 | 1 Larve: tot |
| 3 | 4. XI. | 9. XI. | 1 | $CO_2$ | 1 | 24 | 1 Larve: lebend |
| 4 | 5. XI. | 9. XI. | 1 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 1 | 24 | 1 Larve: lebend |
| 5 | 7. XI. | 9. XI. | 1 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 5 | 24 | 1 Larve: tot |
| 6 | 8. XI. | 9. XI. | 1 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 10 | 24 | 1 Larve: tot |
| 7 | 21. XI. | 23. XI. | 7 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 5 | 24 | 6 Larven: lebend |
| 8 | 23. XI. | 25. XI. | 12 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | $7^1/_2$ | 24 | 6 Larven: tot |
| 9 | 28. XI. | 29. XI. | 12 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | $7^1/_2$ | 24 | 5 Larven: tot |
| 10 | 30. XI. | 1. XII. | 11 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | $7^1/_2$ | 14 | 5 Larven: lebend |
| 11 | — | 1. XII. | 17 | unbehandelt | — | — | 10 Larven: lebend |
| 12 | 5. XII. | — | 11 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | $7^1/_2$ | 24 | Zwiebeln gepflanzt |
| 13 | 6. XII. | 7. XII. | 11 | 28% $CO_2$ + 72% $O_2$ | 7 | 24 | 5 Larven: 3 tot, 2 lebend |
| 14 | 7. XII. | 8. XII. | 12 | 40% $CO_2$ + 60% $O_2$ | 5 | 24 | 7 Larven: 1 tot, 6 lebend |
| 15 | 9. XII. | 10. XII. | 110(9) | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | $7^1/_2$ | 24 | 9 willkürlich genommene Zwiebeln untersucht; 4 Larven: 1 lebend, 3 tot |
| 16 | 16. XII. | 17. XII. | 100 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 10 | 24 | 44 Larven: 3 wurden beim Aufschneiden getroffen, 41 waren tot |
| 17 | 19. XII. | 20. XII. | 110(20) | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 10 | $3^1/_2$ | 20 willkürlich genommene Zwiebeln untersucht: 10 Larven; 9 lebend, 1 tot |
| 18 | 20. XII. | 21. XII. | 100 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 10 | 16 | 57 Larven: 5 wurden beim Aufschneiden getroffen, 50 lebend, 2 tot |
| 19 | 21. XII. | 22. XII. | 60 | $O_2$ | 10 | 24 | 34 Larven: 31 lebend, 3 tot |
| 20 | 2. I. | 3. I. | 60 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 10 | 24 | 42 Larven: alle tot |
| 21 | 6. I. | 7. I. | 60 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | $7^1/_2$ | 24 | Faß leck geworden; Druck bis auf 5 at zurückgelaufen; 40 Larven: alle lebend |
| 22 | 9. I. | 10. I. | 66 | 25% $CO_2$ + 75% $O_2$ | 10 | 22 | 41 Larven, darunter 3 kleine; 2 Larven (große) geben noch Lebenszeichen; 38 tot? (siehe Probe 24) |
| 23 | 10. I. | 11. I. | 62 | 25% $CO_2$ + 75% $O_2$ | 10 | 16 | 52 Larven: 47 große und 5 kleine, alle |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | (siehe Probe 22 und 23) |
| | 13. I. | | | | | | viele Larven fangen wieder an Lebenszeichen zu geben |
| | 14. I. | | | | | | um 9 Uhr vorm. bewegen sich schon 22 Larven (Übergang Made/Puppe) |
| | 15. I. | | | | | | weitere 9 Larven in Bewegung gekommen |
| | 17. I. | | | | | | noch 3 Larven in Bewegung gekommen |
| 25 | 12. I. | 13. I. | 70 | 25% $CO_2$ + 75% $O_2$ | 10 | 24 | 17 Larven: lebend, 24 Larven: tot |
| 26 | 15. I. | 20. I. | 70 | 25% $CO_2$ + 75% $O_2$ | 10 | 24 | 1 Larve: lebend, 28 Larven: tot |
| 27 | 22. I. | 27. I. | 70 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 10 | 24 | 12 große Larven: lebend, 28 große Larven: tot, 1 kleine Larve: lebend, 7 kleine Larven: tot |
| 28 | 25. I. | 27. I. | 70 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 12 | 24 | 39 große Larven: tot, 7 kleine Larven: tot |
| 29 | 28. I. | 30. I. | 70 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 12 | 24 | lebende darunter |
| 30 | 30. I. | 31. I. | 70 | 20% $CO_2$ + 80% $O_2$ | 12 | 48 | tot |

Was das Töten der Larven anbetrifft, so sind bei den Versuchen 2, 5, 6, 8, 9, 16, 20, 26, 28 u. 30 die besten Resultate erzielt worden. Durch eine Behandlung im Vakuum (Nr. 2) wird die Zwiebel beschädigt. Stickstoff (Nr. 1 : 500 at), sowie Sauerstoff (Nr. 19) erzielen kein befriedigendes Resultat.

Bis zum 7. Dezember (Nr. 14) verfügte ich über ein kleines Faß, worin die Gase unter Druck gebracht werden konnten; daher konnten bis dahin auch höchstens 17 Zwiebeln auf einmal behandelt werden. Beim ersten Versuch, wobei 6 Zwiebeln und 3 Larven einem Druck von 500 at Stickstoff unterworfen wurden, ist derselbe Hochdruckbehälter verwendet worden, wie bei den Versuchen des Jahres 1937; siehe De Mol 1941, S. 207 u. 208.

Fig. 8 zeigt den Apparat welcher dazu gebraucht wurde, um die Zwiebeln einem hohen Gasdruck zu unterwerfen. A ist das Faß für Hochdruck, worin die Zwiebeln plaziert wurden. Auf diesem Faß ist oben eine Vierwegeleitung angebracht, woran gekuppelt sind: ein Manometer B, von dem man den Druck ablesen kann; ein Hahn C, um den Gasdruck abzulassen, und eine Hochdruckleitung D, welche das Faß über einen Hahn E mit dem Gaskompressor F verbindet. Dieser Gaskompressor besteht aus zwei Stahlbehältern von ca. $^1/_2$ l Inhalt, welche durch die Bohrung G und die Innenröhre H verbunden sind. Der unterste Behälter wird mit Quecksilber gefüllt und ist über den Hahn I mit einer Ölpumpe verbunden. Das durch diese Pumpe gepreßte Öl drückt auf das Quecksilber und preßt dasselbe durch die Innenröhre in den oberen Behälter. Der Stand des Quecksilbers in diesem Behälter kann mittels eines über die volle Länge gespannten Platindrahtes K gemessen werden, welcher mit einer isolierten Tülle L verbunden ist. Wenn das Quecksilber steigt, entsteht in einem Teil des Platindrahtes Kurzschluß, wodurch der elektrische Widerstand vermindert wird. Die Größe des Widerstandes ist also ein Maßstab für den Stand des Quecksilbers

im oberen Behälter. Außerdem ist der Gaskompressor noch über den Hahn M mit dem Gaszylinder N verbunden. Der Vorteil eines solchen Quecksilber-Gaskompressors ist, daß die zu komprimierenden Gase nicht mit Öl oder anderen Flüssigkeiten in Berührung kommen, welche zum Schmieren der Kolben gebraucht werden. Man handelt nun folgendermaßen: Nachdem man die Hähne M und E geöffnet und C und I geschlossen hat, füllt man aus dem Zylinder N den ganzen Apparat mit Gas. Dann schließt man den Hahn M, pumpt Öl auf das Quecksilber im unteren Behälter und verdrängt so das Gas über E nach A. Wenn das Quecksilber in dem Behälter bis oben gestiegen ist, schließt man den Hahn E. Nun läßt man Öl ablaufen, wodurch das Quecksilber in den unteren Behälter zurückläuft. Dann schließt man I und läßt über den Gaskompressor wieder Gas in den oberen Behälter. Daraufhin schließt man den Hahn M ab und wiederholt dieselbe Arbeitsmethode solange, bis der erforderliche Druck in Faß A erreicht ist.

Bei den vorhergehenden Versuchen, bis einschließlich 7. Dezember, war das Faß etwas größer.

Vom 9. Dezember ab konnte ich eine größere Anzahl Zwiebeln in einem größeren Apparat auf einmal behandeln. In der Patenterteilung (siehe die Abschrift) ist dieser Apparat beschrieben worden. Das Faß, worin die Zwiebeln behandelt werden, braucht natürlich nicht die Form des von mir benutzten Fasses zu haben. Ich habe dasselbe nur verwendet, weil mir kein anderes oder besseres Faß zur Verfügung stand. (Siehe Fig. 9).

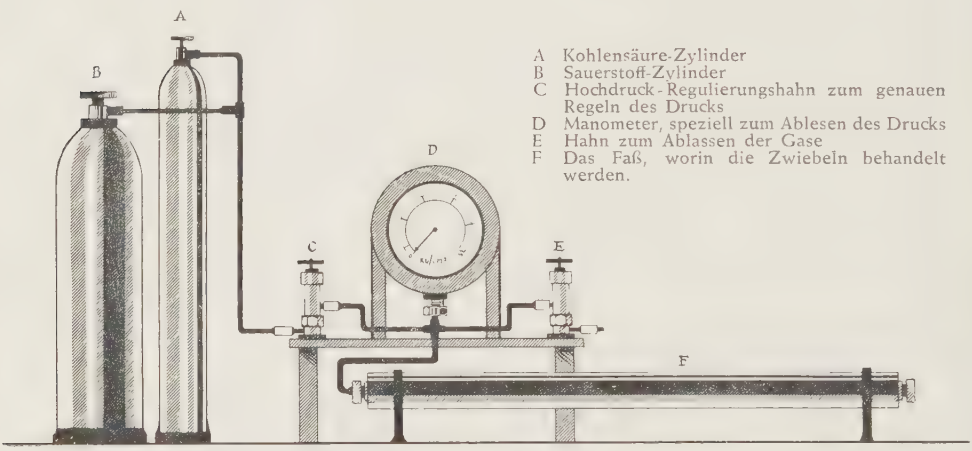



Fig. 9. Schema des Apparats, womit die Narzissen-Zwiebeln ab 9. Dezember 1938 gemäß der Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode behandelt wurden

Die schönsten Resultate wurden mit Nr. 20, 26, 28 u. 30 erzielt. Die Larve, welche 5 Tage nach der Behandlung noch lebte, würde sehr wahrscheinlich später doch gestorben sein. Je später es in der Jahreszeit wird, desto stärker ist die Larve. Nach 48stündiger Behandlung wurde sie aber immer getötet.

Nr. 24 beweist uns, daß eine 16stündige Behandlung im Januar nicht mehr genügt.

## 5. Zusammenfassung

1. Die Made der Großen Narzissenfliege (*Lampetia equestris* F.) wird durch die stärkste Röntgenbestrahlung, welche man in Anwendung bringen kann ohne der neuen Knospe in der Zwiebel zu schaden, nicht getötet.
2. Durch die Behandlung mit ultrakurzen elektromagnetischen Wellen (140 cm, 60 cm) wurde die Made mehrmals getötet, ohne der Zwiebel zu schaden.
3. Es ist möglich, daß in der Made moleküläre Umstellungen stattfanden, welche dann ihren Tod verursachten.
4. Um genau feststellen zu können, ob diese Behandlung für die Praxis von Nutzen sein kann, müßten die Versuche großzügiger unternommen werden.
5. Durch die Anwendung der Gase: Stickstoff, Kohlensäure und Sauerstoff unter einem Druck von 1 at wurde die Made nicht getötet; auch nicht bei einem Druck von 500 at (Stickstoff).
6. Durch die Verabreichung einer bestimmten Kombination von Gasen (Kohlensäure und Sauerstoff) wurde die Made wohl getötet.
7. Dies geschah am besten, wenn die Gasmischung aus 20% Kohlensäure und 80% Sauerstoff bestand und bei einem Druck von 12 at 24 Stunden lang wirkte.
8. Durch eine 48stündige Behandlung wurde die Made immer getötet, auch dann wenn sie vollständig ausgewachsen war und im Begriff stand, sich zu verpuppen.
9. Auf die bei dieser Kohlensäure-Sauerstoff-Druckmethode befolgte Arbeitsmethode wurde in den Niederlanden das Patent angefragt und auch erhalten.

## Summary

### The Carbonic Acid-Oxygen-Pressure Method to combat the Daffodilfly (*Lampetia equestris* F.)

When I studied the meiotic divisions of several Daffodilvarieties more meticulously some 14 years ago, it appeared that my material was very much damaged by the grub of the Daffodilfly (*Lampetia equestris* F.). I put myself the question how I could kill this grub best in future. The so-called "hot-water treatment" (of English origin) appeared to me unsatisfactory to this purpose, as the flowerbud has to be kept undamaged. I began with x-ray irradiation; I chose for this experiment a dosage of such a strength that the bulb did not suffer any disadvantageous effect (2000 r). This experiment made it perfectly clear however, that the larvae (grubs) were not killed as a result of this treatment. — I then submitted my Daffodil-bulbs to ultra short electro-magnetic waves; first waves of 140 cm, afterwards waves of 60 cm. The experiments were of an orientating nature. It appeared that the grub could be killed by heating at a constant temperature. (*Narcissus poeticus* var. Horace, Nov. 8th, 1937, short wave of 140 cm: bulb undamaged, grub killed). It is possible that within the grub molecularic conversions have taken place. It goes without saying that the experiments

have to be staged on a larger scale in order to ascertain whether they can be of practical value. — One has also experimented with gases. The grub was not killed, when it was brought in a tank with nitrogen, carbonic acid or oxygen, under a pressure of 1 at and higher; not even under a pressure of 500 at nitrogen. It was evident however, that the grub could be killed, if a mixture of gases was used, viz. of carbonic acid and oxygen. This could best be achieved, if a gas-mixture was administered of 20% carbonic acid and 80% oxygen, under a pressure of 12 at for 24 hours. If the grub was submitted to this pressure for 48 hours, it was always killed, also if it was at adult age or was beginning to grow into a cocoon. — A patent has been acquired for this invention in the Netherlands.

## Literaturverzeichnis


Boschman, P., Twee octrooien. — Herba Topiaria, 4, No. 11, 3—6.

Daan, A., und andere, 1937. De theorieën der kortegolfbehandeling en haar betekenis voor de cliniek. — Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, *81*, 4895—4901.

Hodson, W. E. H., 1939. Narcissus pests. — Bulletin No. 51 of the Ministery of Agriculture and Fisheries, 3—16.

Kabos, W. J., 1939. Over de biologie van Merodon equestris Fabr. (Narcisvlieg). — Entomologische Berichten, **10**, 136.

De Mol, W. E., 1941. Über den Einfluß hochkomprimierter Gase auf Zellteilung (Meiosis) und Zellstreckung bei Zwiebelgewächsen. — Die Gartenbauwissenschaft, **16**, 207—215.

Oudemans, J. Th., ohne Jahreszahl. Nederlandsche Insecten. — Zutphen, W. J. Thieme en Cie.

Van Poeteren, N., 1932. Bestrijding van de Narcisvliegen. — Tijdschrift voor Plantenziekten, **38**, 73—77.

Ritsema Bos, J., 1883. Mededelingen omtrent de Narcisvlieg (Merodon equestris F.). — Algemeene Vereeniging voor Bloembollencultuur.

— — 1885. La Mouche du Narcisse (Merodon equestris F.), ses métamorphoses, ses moeurs, les dégats causés par les larves et les moyens proposés pour la détruire. — Archives du Musée Teyler, Série II, Vol. II, Deuxième Partie, 45—96.

Sorauer, P., 1913. Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Dritter Band. — Berlin, Paul Parey.

*Aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, Abt. Holzschutz*

# Einige Beobachtungen über holzzerstörende Insekten (Termiten und Käfer) in Guatemala

Von

Günther Becker

*Mit 38 Abbildungen*

Inhalt: I. Einleitung. — II. Termiten *(Isoptera)* 1. *Calotermitidae.* 2. *Rhinotermitidae.* 3. *Termitidae.* — III. Käfer *(Coleoptera)* 1. *Buprestidae.* 2. *Bostrychidae.* 3. *Lyctidae.* 4. *Anobiidae.* 5. *Cerambycidae.* 6. *Scolytidae.* 7. *Platypodidae.* 8. *Curculionidae.* IV. Geographische Verbreitung der in Guatemala gefundenen Arten. — V. Schutzmaßnahmen. — VI. Zusammenfassung. — VII. Literaturverzeichnis.

## I. Einleitung

Die Gelegenheit zu den hier beschriebenen Beobachtungen ergab sich bei einem dreimonatigen Aufenthalt von März bis Mai 1951 in Guatemala. Diese Zeit war weitgehend mit der gestellten Aufgabe, eine *Dendroctonus*-Kalamität zu bearbeiten (G. Becker 1951, 1952), ausgefüllt, und eigentliche Untersuchungen über holzzerstörende Insekten konnten nicht angestellt werden. Der größere Teil der Zeit wurde in höheren Gebirgslagen verbracht, die viel artenärmer sind als die tieferen, heißeren Gebiete; bei den kürzeren Reisen durch die übrigen Landesteile, die anderen Aufgaben dienten, reichte es nie zu einer planmäßigen Sammeltätigkeit für Holzinsekten. Befallenes Holz, z. B. Leitungsmaste oder Bauteile, waren in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht zu beschaffen gewesen. Außerdem fiel der Aufenthalt in die Trockenzeit, und nur der Anfang der Regenzeit, in der die Flugzeit der meisten Insekten ist, wurde noch miterlebt. Daher sind die eigenen Erfahrungen mit holzzerstörenden Insekten in diesem Lande außerordentlich lückenhaft und auf vielen Gebieten ganz unzureichend. Aber dennoch erscheint die vorliegende Veröffentlichung über das nebenher Gesehene nicht ungerechtfertigt: Bei tropischen Gebieten ist auch die Auswertung derart unvollständiger Befunde angebracht, jeder Beitrag über die Lebensweise dortiger Arten trägt zur Füllung der bestehenden Lücken bei, und eine Zusammenstellung des Bekannten schließlich pflegt späteren Untersuchern des Landes von Nutzen zu sein.

Guatemala ist landschaftlich und tiergeographisch hochinteressant. Auf der schmalen Landbrücke zwischen dem Atlantischen und dem Pazifischen Ozean gelegen, zeigt es eine äußerst vielfältige geographische und geologische Gliederung. (Vgl. C. Sapper.) Das vulkanische Rückengebirge und die aus Kalkgestein aufgebaute Sierra de las Cuchumatanes erreichen Höhen von 3500 . . . 4000 m. Diese Erhebungen werden zum Teil in jähem Anstieg aus der pazifischen Küstenebene erreicht, und so kommt es bei kurzen räumlichen Entfernungen zu einschneidenden Veränderungen der durch

die Höhenlage bedingten Pflanzen- und Tierwelt. Diese vertikale Schichtung der Insektenfauna neben ihrer horizontalen Verteilung im Lande beispielsweise bei den Termiten oder den Cerambyciden genau zu verfolgen, wäre eine reizvolle Aufgabe, die unter ökologischen Gesichtspunkten bearbeitet, in mehrfacher Hinsicht nützlich wäre. Dazu kann hier leider aus den genannten Gründen kaum etwas beigetragen werden.

Insekten sind in Guatemala am Ende des 19. Jahrhunderts besonders von G. C. CHAMPION außerordentlich gründlich gesammelt worden. Die Biologia Centrali Americana enthält daher auch eine große Zahl holzfressender Arten verschiedener Insektenfamilien. Aber nur selten ist die Fraßpflanze und ganz vereinzelt einmal etwas über die Biologie der Arten angegeben.Die neue Faunenliste der mittel- und südamerikanischen Coleopteren von R. E. BLACKWELDER enthält ebenfalls nichts über die Biologie. Sonst gibt es, abgesehen von Termitenfunden, die T. E. SNYDER zusammengestellt hat, kaum Angaben über holzzerstörende Insekten. In einem so holzreichen Lande achtet niemand auf derartige Tiere. Jeder kennt den Schaden durch die „polillas" und „comejenes", wie Termiten und Käferlarven genannt werden; aber niemand hat sich darum gekümmert, welche Arten den meisten Schaden anrichten.

Die wichtigsten holzzerstörenden Insekten sind wie in anderen tropischen Ländern Termiten. Wo das Klima ihre Entwicklung zuläßt, sind sie außerordentlich häufig und entsprechend schädlich. Der Verbreitung und wirtschaftlichen Bedeutung nach folgen in einigem Abstand die Käfer. Nur über diese beiden Insektenordnungen sind hier Beobachtungen und Literaturangaben zusammengestellt.

Allen im folgenden genannten Systematikern, die durch ihre Freundlichkeit, die gesammelten Insekten zu bestimmen, eine entscheidende Voraussetzung für diese Veröffentlichung geschaffen haben, möchte der Verfasser auch an dieser Stelle seinen besonderen Dank aussprechen.

Für Hilfe bei der Literaturbeschaffung ist dem Deutschen Entomologischen Institut in Berlin zu danken.

Die meisten Lichtbilder haben Frl. I. FEIND und Dipl.-Forstw. M. GERSONDE, beide beim Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, angefertigt. Dafür sei ihnen auch hier herzlich gedankt. (Aufn. I. FEIND: Abb. 1, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 29, 31, 37. — Aufn. M. GERSONDE: Abb. 6, 8, 12, 17, 27, 32, 33, 34, 35, 36, 38. — Aufn. G. BECKER: Abb. 2, 10, 14, 28. — Aufn. H. PAUL: Abb. 19, 25.)

## II. Termiten *(Isoptera)*[1])

### 1. *Calotermitidae*

Die im Lande am weitesten verbreitete und für trockenes Holz in Gebäuden wirtschaftlich wohl wichtigste Art, — nicht allein unter den Termiten, sondern den in verarbeitetem Holz fressenden Insekten überhaupt — ist die Westindische Trockenholztermite *Cryptotermes brevis* WALKER (1853). Diese Art ist von Florida und den Bahama-Inseln über Mittelamerika und die Antillen bis nach Südamerika verbreitet, kommt in der Südsee und in China vor und wurde ebenfalls nach Südafrika (diese Angaben nach T. E. SNYDER 1949) und den Kanarischen Inseln (Mitteilung von W. KINBERG-Funchal, 1953) eingeschleppt, wo sie jeweils sehr schädlich geworden ist.

1) Die gesammelten Termiten hat Dr. T. E. SNYDER-Washington bestimmt. Außerdem verdankt ihm der Verfasser verschiedene freundliche Auskünfte und Literatursendungen.

Abb. 1. Junge Kolonie von *Cryptotermes brevis* Walker. Links: Weibchen, Mitte: Männchen, Rechts: Junger Soldat. Außerdem: Larven verschiedenen Alters, Eier und Kotpartikel

In Guatemala ist *Cryptotermes brevis* von den Küsten bis in Höhenlagen von mindestens 2250 m vorzufinden. In der Hauptstadt Guatemala (1450 m) richtet sie großen Schaden an; sie reicht bis Huehuetenango (≈1900 m), Chimaltenango (2245 m) und anderen Orten mit ähnlicher Höhenlage, fehlt aber — soweit es sich feststellen ließ — in Quezaltenango (2450 m) und Totonicapán (2540 m). Zwischen 2300 und 2400 m Höhe scheint also die Grenze der Verbreitung in diesem Lande zu liegen.

Die Westindische Trockenholztermite (Abb. 1) frißt in außerordentlich vielen Holzarten. G. N. Wolcott, der diese Art seit langem für Holzschutzmittelprüfungen verwendet (1947 u. a.), hat untersucht, welche Hölzer nicht angegriffen werden (1950). In Guatemala findet man alles nicht von Natur aus dauerhafte Holz der Eingeborenenhütten und -Häuser, die Holzteile einschließlich der Decken und Wandverkleidungen sowie Möbel in den Gebäuden der Hauptstadt, Zäune, Leitungsmaste (Abb. 2) und vieles andere zerstört. Die meist zu mehreren hunderten oder in kleineren Gruppen zusammenlebenden Tiere fressen im Holz weiträumige Kammern aus. Ein besonderes „Nest" besitzen sie wie andere Calotermitiden nicht. Oft bleibt von den befallenen Hölzern nicht viel mehr als eine dünne Oberflächenschicht erhalten; die Dächer beispielsweise, deren tragende Balken ausgehöhlt wurden (Abb. 3), sind durchgebogen und werden vielfach nur durch immer wieder neu angenagelte Stützhölzer erhalten oder müssen von Zeit zu Zeit ganz erneuert werden. An den aus Spalten oder kleinen Öffnungen im Holz herausrieselnden trockenen, kennzeichnend geformten, dunkelbraunen oder holzfarbenen Kotpartikeln (Abb. 1) kann man das Vorhandensein der Trockenholztermiten bemerken. In den Leitungsmasten ist die Zerstörung in den beiden ersten Metern über dem Erdboden (wo auch andere Termitenarten hinzukommen) am stärksten (Abb. 2); sie reicht aber im Innern stets mehrere Meter hoch und kann den gesamten Mast erfassen.

Über die Schädlichkeit der Art in Mexiko berichtet S. F. LIGHT (1946), über ihre Bedeutung auf den Westindischen Inseln T. E. SNYDER (1946).

Die Art ist nicht groß. Die Imagines sind ohne Flügel 5 . . . 7 mm lang, die ausgewachsenen Nymphen 7 . . . 8 mm, die Soldaten 4 . . . 5 mm. Diese sind durch den gestauchten, fast kubischen, vorn sehr dunkel pigmentierten Kopf ausgezeichnet (Abb. 1). Nach T. E. SNYDER (1946) sollen die klotzartigen Köpfe zum Verschluß der Gänge gegen Feinde dienen. Wenn die Imagines, auf deren Gestalt und Färbung noch eingegangen wird, schwärmreif sind, ist ihr Abdomen meist rundlich und keineswegs so abgeplattet wie bei schwärmfähigen Tieren von beispielsweise *Calotermes flavicollis* Fabr.

Abb. 2. Von Termiten, besonders *Cryptotermes brevis* Walker, zerstörter Leitungsmast in der Hauptstadt Guatemala

Der Flug von *Crypotermes brevis* wurde in der Hauptstadt Guatemala von Mitte März bis Ende Mai beobachtet, begann also bereits zwei Monate vor dem ersten Regen, der am 9. 5. 1951 fiel. Einen Höhepunkt erreichte er Mitte Mai nach Einsetzen der Regenfälle. Nach dem Vorhandensein weit entwickelter Nymphen scheinen auch im Verlauf der Regenzeit weitere Imagines zu schwärmen. Die Tiere erschienen im allgemeinen in der Zeit von 18 bis 20 Uhr, also vom Sonnenuntergang an, die meisten vom Ende der ungefähr halbstündigen Dämmerung an bis etwa $19^{30}$. Bei nahendem Gewitter kann man die geflügelten Tiere bereits ab 16 Uhr außerhalb des Holzes beobachten.

Die Flügel werden nach kurzem Umherlaufen ruckartig abgebrochen. Dies vollzieht sich viel schneller und leichter als bei der im Mittelmeergebiet lebenden Trockenholztermite *Calotermes flavicollis* Fabr., die sich oft sehr um das Abbrechen der Flügel bemühen muß. Bei *Cryptotermes brevis* fallen meist alle vier Flügel gleichzeitig oder kurz hintereinander ab. Der „Liebesspaziergang" kann längere Zeit dauern und an Innen- oder Außenwänden (hier in der Nähe von Straßenlaternen gehäuft) beobachtet werden.

Die Geschlechter lassen sich bei dieser Art schon äußerlich unterscheiden. Das Abdomen der Männchen ist länger und hat mehr parallel verlaufende Seiten als das der Weibchen, bei denen es leicht konisch verdickt ist (Abb. 1). Außerdem waren die Männchen meist etwas stärker pigmentiert als die Weibchen. Diese sind empfindlicher gegen Trockenheit oder Feuchtigkeit als die Männchen und sterben leichter. Sie verhalten sich ruhiger als die deutlich lebhafteren Männchen. (Bei *Calotermes flavicollis* bestehen demgegenüber keine auffallenden Verschiedenheiten der Körpergestalt und -Färbung, kaum Temperamentsunterschiede, und im allgemeinen sind hier die Männchen die anfälligeren.)

Auch die Larven und Nymphen sind gegen ungünstige Umwelteinflüsse empfindlicher und vermögen ohne Nahrung nur eine wesentlich kürzere Zeit am Leben zu bleiben als die präimaginalen Stadien von *Calotermes flavicollis*. Doch ist es auch bei anderen Insektengruppen keineswegs so, daß die widerstandsfähigeren Arten immer zugleich die größere wirtschaftliche Bedeutung haben, da Verhalten, Lebensweise und Vermehrungsfähigkeit darauf ebenfalls entscheidend wirken.

Biologische Beobachtungen über die Entwicklung der *Cryptotermes*-Kolonien sollen hier nicht, sondern später in anderem Zusammenhang wiedergegeben werden.

Von anderen Calotermitiden sind für Guatemala bisher nach T. E. Snyder (briefliche Mitteilung) bekanntgeworden:

*Calotermes immigrans* Snyder (1922),
*Calotermes marginipennis* Latreille (1811—1832),
*Calotermes nigritus* Snyder (1946),
*Neotermes castaneus* Burmeister (1839),
*Cryptotermes cavifrons* Banks (1906),
*Calcaritermes guatemalae* Snyder (1926).

Über Verbreitung und wirtschaftliche Bedeutung dieser Arten im Lande können keine eigenen Erfahrungen mitgeteilt werden. *Calotermes immigrans* ist nach T. E. Snyder (1949) von Süd- bis Mittelamerika und im Südseegebiet verbreitet, während *C. marginipennis* nur von Mexiko und Guatemala bekannt ist. *C. nigritus* wurde einmal in San José (Guatemala) an der Pazifik - Küste gefunden. *Neotermes castaneus* kommt von Florida bis Südamerika und auch in Westindien vor; die Art lebt auch in der Hauptstadt Guatemala. *C. cavifrons* ist wiederum eine nördlichere Art, die von Florida über Westindien nur bis Mittelamerika zu reichen scheint. *Calcaritermes guatemalae* ist nach Tieren beschrieben worden, die einmal in Mixko in der Nähe der Hauptstadt Guatemala gefunden worden sind.

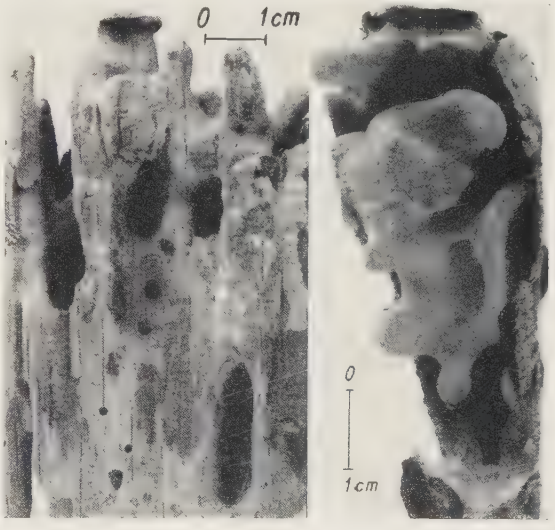



Abb. 3. Von *Cryptotermes brevis* Walker zerstörtes Bauholz aus *Pinus spec.* (Balkenkopf von der Seite und von vorn)

Vom Verfasser wurde bei der Siedlung Sahacóc, ungefähr 100 km nördlich Cobán, in der Alta Vera Paz, in tropischem Regenwald in ≈250 m Höhe eine neue *Rugitermes*-Art in Laubholz gefunden (Abb. 4). Sie ist von Snyder 1952 als *Rugitermes unicolor* beschrieben worden. Diese Art (Abb. 4) ist die nördlichste der nunmehr bekannten 12 Vertreter der Gattung *Rugitermes*, von denen 7 Arten in Südamerika, 1 in Panamá,

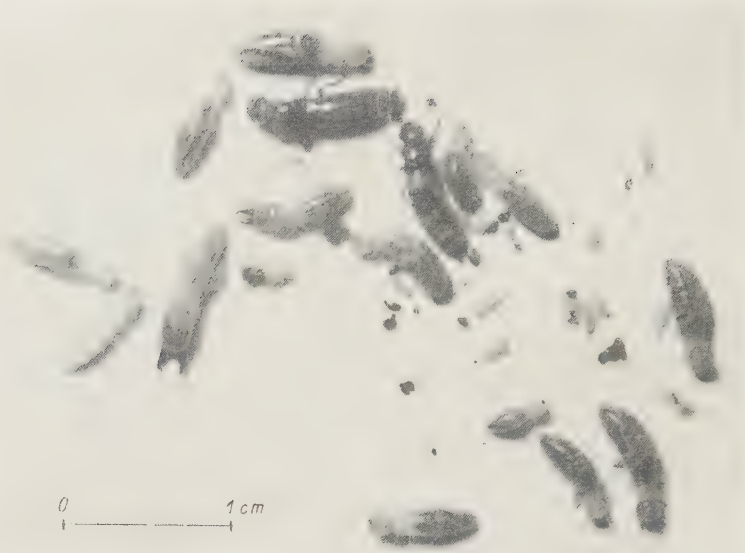



Abb. 4. Junge Kolonie von *Rugitermes unicolor* Snyder *(nova spec.)*. Weibchen (oben) mit abgebissenem Fühler, Männchen (rechts daneben), 1 kleiner und 1 mittelgroßer Soldat, verschieden große (aber noch nicht ausgewachsene) Larven (meist mit dunklem Darminhalt), in der Mitte und am rechten Rande des Bildes erst vor kurzem aus dem Ei geschlüpfte Larven; einige Eier

2 in Costa Rica, *R. unicolor* in Guatemala und 1 in der Südsee festgestellt worden sind. Bei der Auffindung im Mai befanden sich zahlreiche flugreife Imagines, Nymphen und Larven in dem am Erdboden im geschlossenen Urwald liegenden Holz. Dieses war von *Merulius pinastri* (Fries) Burt. befallen[2]); der Pilz wurde aus Sklerotien, die sich in dem Holz befanden, weitergezogen und unterscheidet sich nicht von den aus Deutschland stammenden Abimpfungen von *Merulius pinastri*, des „Gelbrandigen Hausschwammes". — *Rugitermes unicolor*-Larven fressen aber auch von Pilzen freies Holz, und die Art entwickelt sich ebenfalls in Nadelholz.

*Rugitermes unicolor* wird im Laboratorium in Berlin-Dahlem weitergezüchtet. Da über Aussehen, Lebensweise und Umweltabhängigkeit, Entwicklung und Kastenbildung der neuen Art später ausführlicher berichtet werden soll, wird hier von weiteren Angaben abgesehen.

### 2. *Rhinotermitidae*

Von den Feuchtholz- oder Bodentermiten („Subterranean termites") der Familie *Rhinotermitidae* sind in Guatemala bisher Arten der allgemein als sehr schädlich bekannten Gattungen *Heterotermes* und *Coptotermes* gefunden worden.

Bisher war *Heterotermes tenuis* Hagen (1858) für Guatemala angegeben, eine neotropische, von Westindien und Mittelamerika bis in das mittlere Südamerika verbreitete Art. Sie scheint in allen Teilen des Landes unter $\approx 1500$ m vorzukommen. Die obere Verbreitungsgrenze

[2]) Die Bestimmung der Art hat Dr. W. P. K. FINDLAY-Princes Risborough, Groß-Britannien, bestätigt.

konnte nicht genau bestimmt werden. Außerdem wurde vom Verfasser *Heterotermes convexinotatus* Snyder (1924) in der Hauptstadt, im pazifischen Küstengebiet und im nördlichen Regenwald festgestellt. Für diese Art ist eine Verbreitung von Mexiko bis Panamá und in Westindien bekannt. Sie hat offenbar ein nördlicheres Vorkommen als *H. tenuis.*

Die winzigen Tiere beider Arten, die nur 4 . . . 5 mm lang und weniger als 1 mm breit werden, sind in Guatemala weit verbreitet und in den meisten mit dem Erboden in Verbindung stehenden oder sonst hinreichend feuchten Hölzern zu finden. Sie verhalten sich bei hoher Wärme sehr lebhaft. Ihre Gänge im Holz sind entsprechend ihrer geringen Körpergröße sehr klein und eng. Bei Nadelholz bevorzugen sie die Frühholzschichten. Die aus Erde oder Holzmulm gebauten Galerien sind ebenfalls fein und zeichnen sich durch die winzigen Bestandteile aus, die sie enthalten.

Besonders auffallend war ihr Vorkommen in den *Pinus*-Wäldern der mittleren Lagen der Sierra de Chuacús und der Sierra de las Minas im Inneren des Landes. Hier besiedelt *Heterotermes tenuis* jeden Baumstumpf und jedes am Erdboden liegende Holz. In eben abgestorbenen stehenden Stämmen, die durch Rodungsfeuer oder durch Entrinden bei falscher Harzgewinnung eingegangen sind, tritt *Heterotermes* bereits hinter der noch feuchten, erst wenig gelockerten Rinde im Kambium auf und beginnt in das saftfeuchte Holz einzudringen. — Aber sie sind auch in den anderen genannten Teilen des Landes besonders häufige Termiten. Schon Dietz u. Snyder (1924) haben erwähnt, daß sie oft zusammen mit *Coptotermes*- oder *Nasutitermes*-Arten gefunden wurden. Die *Heterotermes-Arten* befallen auch verarbeitetes Holz, wenn es feucht genug ist, und zählen sowohl in Mexiko (S. F. Light 1933) als auch in Panamá (T. E. Snyder u. J. Zetek 1924) zu den schädlichsten Termiten. *Heterotermes tenuis* ist übrigens die Termite, die 1840 mit einem gekaperten Schiff aus West-Indien nach St. Helena gebracht, hier in wenigen Jahren die bekannten Zerstörungen in den Gebäuden verursacht hat. — Beide *Heterotermes-Arten* haben (nach T. E. Snyder und J. Zetek 1924) Bleiumhüllungen von Kabeln zerstört. Sie werden außerdem durch Befall lebender Bäume und von Zuckerrohr schädlich.

Die Tiere und verschiedene biologische Beobachtungen sind von H. F. Dietz u. T. E. Snyder (1923) beschrieben worden.

Flug von *Heterotermes convexinotates* wurde in Guatemala-Stadt zum ersten Mal am Abend des 9. 5. 51 nach dem ersten Gewitterregen des Jahres festgestellt. (Nach H. F. Dietz u. T. E. Snyder schwärmen beide *Heterotermes*-Arten auch in Panamá zu Beginn der Regenzeit Anfang Mai). Die zarten Tiere flogen um 19 Uhr durch das offene Fenster zum Licht. Ihre Flügel brachen leicht ab. Sie sind (wie alle *Rhinotermitidae)* sehr feuchtigkeitsbedürftig. Erwähnenswert ist, daß sich in einigen Fällen in kleinen Gruppen von wenigen Tieren, die sich in mitgenommenem Holz gehalten hatten, später in Berlin-Dahlem Ersatzgeschlechtstiere aus Larven ohne Flügelanlagen entwickelt hatten. Diese Tiere hatten ein langes Abdomen und waren etwas mehr pigmentiert als Larven. Ein Weibchen, das Eier gelegt hatte, war 4,9 mm lang; seine Abmessungen waren: Kopflänge 0,6 mm, Thorax-Länge 1,3 mm, Abdomen-Länge 3,0 mm, Abdomen-Breite 0,8 mm. Die Eier dieses Tieres waren 1,1 mm lang und 0,3 mm breit.

*Coptotermes niger* Snyder (1922) kommt nach SNYDER (1949) von Guatemala bis Columbien vor. In Panamá ist diese Termite nach T. E. SNYDER und J. ZETEK (1924) der wichtigste Nutzholzschädling. *Coptotermes crassus* Snyder (1922) ist für Westmexiko, wo sie nach S. F. LIGHT (1933) verbreitet und sehr lästig ist, und Honduras angegeben und war daher in Guatemala ebenfalls zu erwarten. *C. crassus* scheint nach den bisherigen Funden eine geringere Ausbreitung zu haben und eine nördlichere Art zu sein als *C. niger*. In Guatemala und Honduras treffen beide *Coptotermes*-Arten zusammen.

*Coptotermes crassus* tritt in der Sierra de Chuacús und in der Sierra de las Minas ungemein häufig auf, wo man sie zusammen mit *Heterotermes* in allen Baumstümpfen antrifft. *Coptotermes* ist auch im nördlicheren Laubwald der Alta Vera Paz (eigene Funde) und dem Petén (F. SCHWERDTFEGER sammelte sie hier bei Poptún) sehr häufig in Holz, das sich in der Erde befindet.

Von der Erde aus befallen die *Coptotermes*-Arten nicht nur Maste und Zaunpfähle, sondern auch das Bauholz der Gebäude. Sie dringen sogar durch lockeren Fugenmörtel hindurch und zerstören Wandputz, wie einmal in der Alta Vera Paz beobachtet wurde. Bereits M. OSHIMA (1919) hat angegeben, daß *Coptotermes formosanus* Shiraki Kalkmörtel durch sein saures Stirndrüsensekret auflöst. Die *Coptotermes*-Arten können auch Bleikabel beschädigen und unbrauchbar machen. T. E. SNYDER u. J. ZETEK (1924) haben verschiedene Fälle in Panamá, durch *C. niger* verursacht, ausführlich beschrieben. Diese Termite wird dort ebenso wie die *Heterotermes*-Arten an lebenden Bäumen und Kokosnuß-Palmen schädlich und gefährdet die letzteren außerdem durch Übertragung des Nematoden *Aphelenchus cocophilus*, der eine „Rotring"-Krankheit an den Palmen verursacht. — Die *Coptotermes*-Arten sind also auch in Guatemala als Nutzholz-, Material- und Pflanzenschädlinge besonders zu beachten.

Das Innere der von *Coptotermes crassus* befallenen *Pinus*-Stubben wird besonders in Erdnähe und unterhalb der Erdoberfläche stark ausgehöhlt, zeigt weiträumige Kammerung, und im Stumpfinnern unterhalb bis dicht

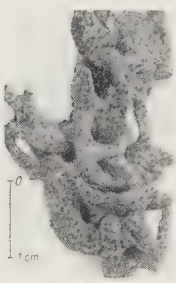



Abb. 5. Kartonartiger, hartwerdender Nestinhalt von *Coptotermes niger* Snyder, wie er im Innern zerfressener Baumstümpfe zu finden ist

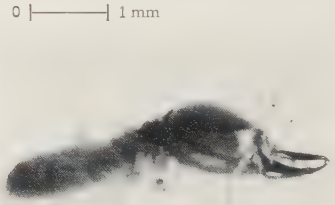



Abb. 6. Soldat von *Coptotermes crassus* Snyder. Oberhalb der Mandibelbasis ist die Öffnung der Sekretdrüse erkennbar

oberhalb der Erdoberfläche befinden sich in den Kammern feste, braune kartonartige, mehr oder weniger dicke lamellen-förmige Gebilde, die offenbar aus Kot entstehen (Abb. 5). In ihrem Innern halten sich zahlreiche junge Larven auf. — Die *Coptotermes*-Arten fertigen auch Erdgalerien an, wie es alle *Rhinotermitidae* tun.

Die größeren Larven und Arbeiter und die Soldaten waren 4 . . . 6 mm lang. (Nach T. E. Snyder, 1922, werden die Soldaten von *C. niger* 4 . . . 4,5 mm, von *C. crassus* 5 . . . 6 mm lang). Die Arbeiter haben ein breites Abdomen. Die Soldaten besitzen rundliche, hellbraune Köpfe mit verhältnismäßig kleinen Mandibeln (Abb. 6), wie sie für die Gattung *Coptotermes* kennzeichnend sind. Die lebhaften Tiere kommen meist in sehr großer Zahl vor. Bemerkenswert ist der im Vergleich zu Calotermitiden, *Reticulitermes*- und den beiden mittelamerikanischen *Heterotermes*-Arten auffallend hohe Anteil an Soldaten in allen Teilen der *Coptotermes*-Völker. Diese sind besonders angriffslustig, eilen beim Öffnen des Nestes oder der Galerien sofort herbei, beißen sich ohne zu zögern in die Haut ein und halten daran so fest, daß eher der Kopf abreißt, als das Tier losläßt. Sie scheiden bei Reizung eine milchige weiße Flüssigkeit, das Sekret einer Stirndrüse (Abb. 6) aus, das bald zähflüssig erstarrt. Wegen dieser Abscheidung heißen die *Coptotermes*-Arten auch „Milch-Termiten" (S. F. Light 1946).

Der Flug scheint in Guatemala erst in der Mitte der Regenzeit stattzufinden, denn von März bis Mai wurden noch keine Spätnymphen gefunden, die auf einen bevorstehenden Schwarmflug hätten schließen lassen.

### 3. *Termitidae*

Die höchstentwickelte Termiten-Familie der *Termitidae* ist fast ausschließlich auf die eigentlichen Tropen beschränkt. Für Guatemala sind bisher nach T. E. Snyder (1949) acht Arten bekannt geworden oder zu erwarten gewesen.

Von den *Amitermitinae* wurde *Amitermes beaumonti* Bancks (1918) von Panamá bis Mexiko gefunden. *Microcerotermes exiguus* Hagen (1858), in Südamerika bis Brasilien und Columbien vorkommend, scheint in Guatemala seine nördliche Verbreitungsgrenze zu haben.

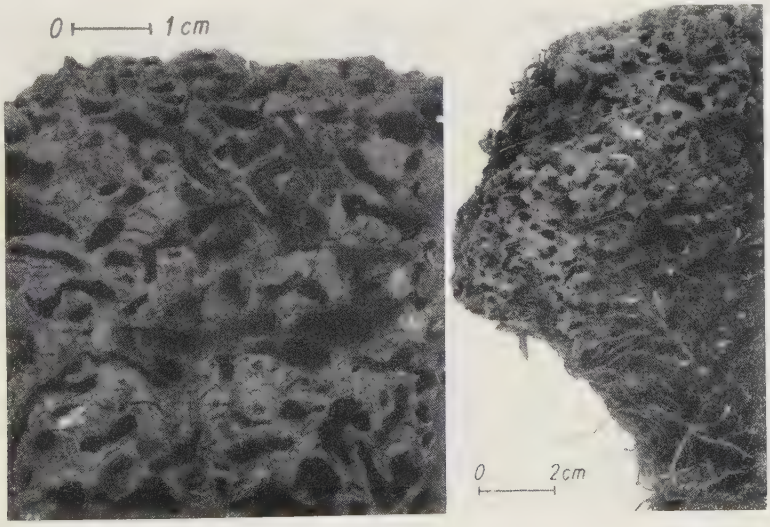



Abb. 7. Längsschnitte durch das Kartonnest von *Termes panamaensis* Snyder. Das Nest ist durch dicke und feste Gangwände ausgezeichnet (links) und in der Erde mit Baumwurzeln verflochten (rechts)

Abb. 8. Kopf des Soldaten von *Termes panamaensis* Snyder

Von der Unterfamilie der *Termitinae* ist *Termes panamaensis* SNYDER (1923), bislang (nach T. E. SNYDER 1949) aus Panamá und Westmexiko bekannt, zumindest in der Küstenebene von Guatemala längs des Pazifik verbreitet. Die Nester (Abb. 7) werden am Fuße von Bäumen angelegt und befinden sich zu einem Teil über, zu einem anderen unter der Erdoberfläche. Oft sind sie unter *Ceiba*-Bäumen anzutreffen. Die Kartonnester sind dunkel gefärbt, kleinkammerig und sehr fest gefügt; sie bestehen — ihrer größeren Gefährdung an der Erde entsprechend — aus bedeutend härterem Material als die Kartonnester anderer, höher in Bäumen nistender Arten. Abb. 7 verdeutlicht die Dicke der Scheidewände zwischen den einzelnen Kammern und Gängen. Zum Vergleich betrachte man Abb. 11 und Abb. 14. Die Nestbauten sind vielfach mit den durch sie hindurchgehenden Baumwurzeln verflochten, wie es Abb. 7, rechts, erkennen läßt.

Die Arbeiter werden ≈ 4 mm lang; sie sind weißlich, haben einen schlanken Thorax und ein breites, dick nach oben gewölbtes Abdomen, durch das der Darminhalt dunkel scheint. Die Soldaten sind insgesamt 6 mm lang; Thorax und Abdomen messen zusammen nur ≈ 2,5 mm, der Kopf (Abb. 8) hat eine Länge von ≈ 3,5 mm, wovon die Hälfte auf die Mandibeln entfällt. Diese sind lang und schmal, sichelförmig nach unten gebogen, nahezu gleichförmig, fast schwärzlich pigmentiert. Der Kopf ist hinten gelblich, vorn braun. Das Abdomen der Soldaten ist wie bei den Arbeitern dunkel gefüllt.

In den Nestern von *Termes panamaensis* lebten zahlreiche winzige Ameisen.

Von den *Nasutitermitinae* kommt die in Ecuadór, Panamá und Costa Rica gefundene Art *Rhynchotermes perarmatus* Snyder (1925) auch in Guatemala vor. Von der artenreichen Gattung *Nasutitermes* (Abb. 9) selbst sind bisher drei Arten in Guatemala

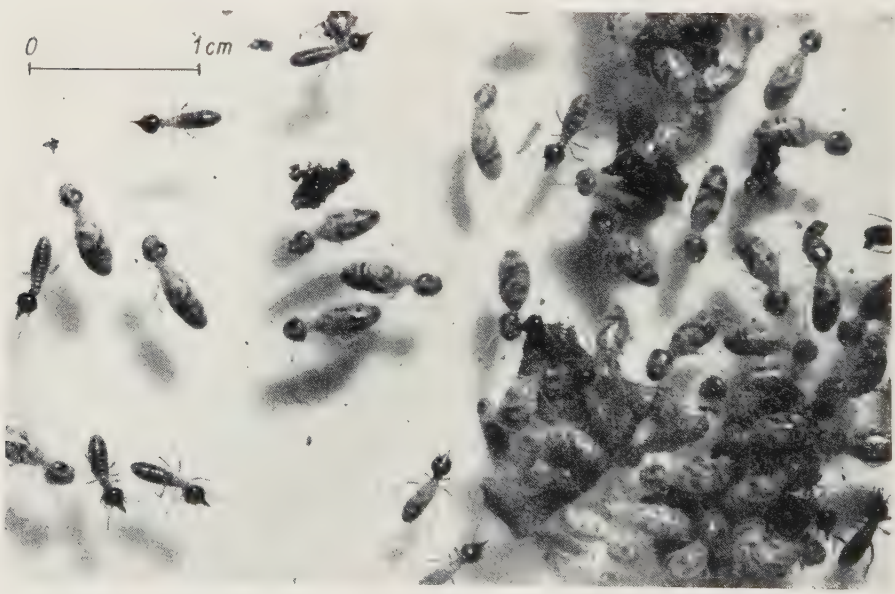



Abb. 9. Arbeiter und Soldaten von *Nasutitermes nigriceps* Haldermann

gefunden worden, über die einzelne Beobachtungen gesammelt werden konnten: *Nasutitermes nigriceps* Haldermann (1853), *N. corniger* Motschulsky (1855) und *N. ephratae* Holmgren (1910). Alle drei Arten haben dunkelköpfige Soldaten. Schließlich gibt Snyder (1949) *Tenuirostritermes tenuirostris* Desneux (1904), eine aus Texas, Arizona und Mexiko bekannte Art, für Guatemala mit einem Fragezeichen an.

*Nasutitermes nigriceps* (Abb. 9) kommt von West-Mexiko und den Westindischen Inseln bis nach Columbien und Guaiana vor. Diese Art ist in Guatemala verbreitet und besonders in der pazifischen Küstenebene äußerst häufig. Aber auch im Landesinneren, jenseits des vulkanischen Rückengebirges, wurde sie in tieferen und heißeren Lagen, z. B. im Gebiet des Rio Motágua oft gefunden. Sie ist nach S. F. Light in Mexiko häufig, nach T. E. Snyder in Panamá dagegen selten. Light hat sie genauer beschrieben (1933).

Die Nester können erhebliche Größe von mehr als 1 m erreichen. Sie befinden sich meist 3 bis 20 m über dem Erdboden in Bäumen, und zwar weniger am Stamm als auf der Oberseite stärkerer Äste (Abb. 10). Sie bestehen aus dunkelbraunem Karton, sind dünnwandig und großkammerig (Abb. 11). In ihnen wurden Ameisen der Gattung *Azteca*[3]) gefunden.

Das Vorhandensein der Nester in den Baumkronen wird an den kartonartigen Galerien leicht erkennbar, die an den Ästen und dem Stamm zum Boden hinablaufen (Abb. 10). Diese bei *Nasutitermes nigriceps* Hald. 8 . . . 10 mm breiten und 4 . . . 5 mm hohen dünnwandigen Röhren sind aus Holzspänchen, feinem Sand, Kot und Speichel zusammengeklebt und hell- bis dunkelbraun. Meist führt von jedem Nest von *N. nigriceps* nur eine einzige Galerie am Baumstamm zum Erdboden. In ihr eilt ein unentwegter dichter Strom von Arbeitern und Soldaten hinab und hinauf.

Von den Termiten verlassene *Nasutitermes*-Nester werden von stachellosen Bienen (Heliponinen) bewohnt. In der pazifischen Küstenebene wurde in einem *N. nigriceps*-Nest *Trigona (Oxytrigona) tataira* Smith gefunden.

Die Arbeiter von *N. nigriceps* werden bis zu 5 . . . 6 mm lang, sind gelblich gefärbt und haben einen schmalen Thorax und ein breites und dickes Abdomen, durch das der Darm mehrfarbig bunt hindurchscheint (Abb. 9). Die dunkelköpfigen Soldaten (Abb. 9 u. 13),

Abb. 10. Kartonnest von ***Nasutitermes nigriceps*** Hald. in der Astgabel eines *Ceiba*-Baumes in der Pazifik-Ebene. Am Stamm läuft die Karton-Galerie der Termiten herab. Das Nest, das eine Höhe von 40–50 cm hat, ist für die Art noch nicht groß

3) Bestimmung Prof. Dr. H. Bischoff-Berlin.

die es in großer Zahl gibt, sind 4 . . . 5 mm lang. Die Königinnen (Abb. 12) werden mindestens 3 cm lang. Die Dicke ihres Abdomens beträgt ungefähr ⅕ seiner Länge. Schwarmflug konnte nicht beobachtet werden. In der pazifischen Küstenebene (bei Esquintla) waren Ende Mai noch keine geflügelten Tiere, sondern erst Nymphen kurz vor der Umwandlung zu Imagines vorhanden. Anscheinend schwärmt *Nasutitermes nigriceps* später in der Regenzeit als die beiden anderen *Nasutitermes*-Arten.

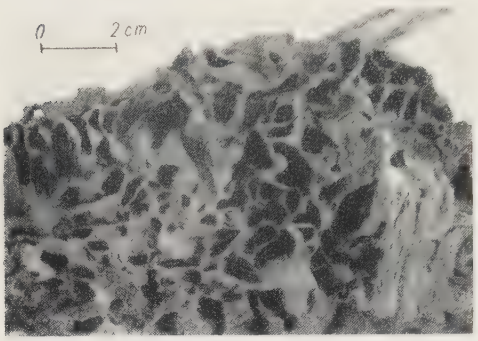



Abb. 11. Längsschnitt durch einen inneren Teil des Kartonnestes von *Nasutitermes nigriceps* Hald. mit weiten Kammern und dünnen Wänden. Teilweise enthalten die Nester, wie auf diesem Bild, Reste toten Holzes, an dem der Nestbau begonnen hatte

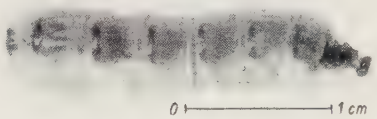



Abb. 12.
„Königin" von *Nasutitermes nigriceps* Hald.

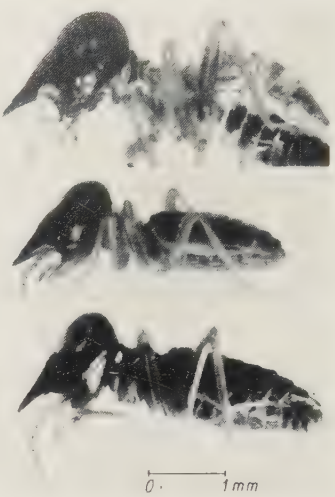



Abb. 13. Seitenansicht der Soldaten von *Nasutitermes nigriceps* Hald. (oben), *N. corniger* Motsch. (Mitte) und *N. ephratae* Holmgr. (unten), der drei in Guatemala vorkommenden *Nasutitermes*-Arten

Nach Beobachtungen an den im Laboratorium in Berlin-Dahlem weitergezüchteten Tieren ist diese Art als Schädling an verbautem Holz zu beachten, da sie nicht nur von Pilzen befallene, sondern auch gesunde Laub- und Nadelhölzer angreift. Es werden dabei breite Gänge bis großflächige Hohlräume, die sich in Faser- und Jahrringrichtung ausdehnen, gefressen.

Verschiedene biologische Beobachtungen über *Nasutitermes nigriceps*, die sich während der Haltung in Berlin anstellen ließen, sollen an anderer Stelle veröffentlicht werden. Es ist bemerkenswert, daß eine größere Individuengruppe dieser Art über ein Jahr lang ohne Geschlechtstiere oder erkennbare Ersatzgeschlechtstiere gehalten werden konnte, was nach allen bisherigen Angaben bei hochentwickelten Termiten unmöglich sein soll.

*Nasutitermes corniger* ist eine weit verbreitete Art, die von Mexiko bis Bolivien gefunden worden ist. In Guatemala, wo sie ein ausgesprochen häufiges Tier zu sein scheint, kommt sie sowohl in der pazifischen Küstenebene, im nördlichen Regenwald zur Halbinsel Yucatán hin als auch bis in die mittleren Gebirgslagen vor. In der Hauptstadt in 1450 m Höhe gibt es sie noch. Ihre obere Verbreitungsgrenze konnte nicht ermittelt werden.

Die schwärzlichen Kartonnester findet man verschieden hoch vom Erdboden entfernt auf Bäumen, z. B. in Astgabeln, an Zaunpfählen u. d. gl.

Wegen ihrer Gestalt werden die Nester in Panamá „Negerköpfe" genannt (T. E. Snyder). Es sollen oft getrennte Einzelnester in Verbindung miteinander stehen. Sie sind nicht groß; auch H. F. Dietz und T. E. Snyder geben als größte Abmessungen etwa 30 cm × 45 cm an. Im Regenwald der Alta Vera Paz wurde einmal ein kleines kugliges Nest von 20 cm Durchmesser mit einer 3 cm langen „Königin" und einem 1 cm langen „König" im Innern eines liegenden, bereits verrotteten Baumstammes gefunden.

Die Galerien, die die Nester mit Futterquellen, dem Erdboden und untereinander verbinden, haben bei *Nasutitermes corniger* deutlich kleinere Abmessungen als bei *N. nigriceps* und *N. ephratae*.

Imagines und besonders Arbeiter und Soldaten von *Nasutitermes corniger* sind kleiner als die Tiere der beiden anderen in Guatemala vorkommenden *Nasutitermes*-Arten. Die Imagines messen ohne Flügel 6 . . . 8 mm, mit Flügeln 14 . . . 15 mm. Diese Tiere sind verhältnismäßig schlank und zierlich. Sie sind im ganzen — von hellen Abdomen-Querstreifen abgesehen — dunkel gefärbt; die schmalen Elytren sind ebenfalls schwärzlich. Die Nester enthalten nach H. F. Dietz und T. E. Snyder jeweils mehrere, bis etwa 20 Königinnen. Bei dieser Art gibt es auch Ersatzgeschlechtstiere im Nymphen-Stadium. Die Arbeiter werden nur bis zu 4 mm lang, die winzigen dunkelköpfigen Soldaten (Abb. 13) messen 3 . . . 4 mm. Sie waren stets sehr zahlreich.

Schwarmflug wurde am 28. 5. 51 in der Hauptstadt Guatemala in den Parkanlagen vor dem Palácio Nacionál, mitten in der Stadt, beobachtet. Nach einem der stärksten Gewitterregen der in diesem Jahre spät einsetzenden Regenzeit verließen die Imagines bereits um 16½ Uhr bei vollem Tageslicht ihr Nest.

*N. corniger* ist in Guatemala als Schädling in Gebäuden, Leitungsmasten, Pfählen usw. zu beachten, besonders da diese Art offenbar unter den *Nasutitermes*-Arten am höchsten ins Gebirge hinaufgeht und auch die Hauptstadt erreicht. (Über Schäden an lebenden Bäumen s. H. Weidner.)

*Nasutitermes ephratae* ist nach T. E. Snyder (1949) von Westindien und Honduras bis Bolivien bekannt. In Panamá wird die Art in verbautem Holz sehr schädlich, und sie hat hier auch Gummiumhüllungen von Kabeln zerstört (T. E. Snyder u. J. Zetek). *N. ephratae* wurde erstmalig für Guatemala, und zwar in der Alta Vera Paz im Regenwaldgebiet im Norden von Cobán gefunden. Die Art ist dort neben *Coptotermes, Heterotermes* und *Nasutitermes corniger* an der Zerstörung von Eingeborenenhütten, Lagerschuppen und anderen Holzgebäuden beteiligt und muß als ein Schädling — auch an lebenden Bäumen (vgl. Weidner) — angesehen werden.

*N. ephratae* erzeugt große Baunester, 1 bis 2 m über der Erde mit breiter Fläche am Stamm haftend (Abb. 14). Die braunen Innenwände des Kartonnestes sind dünnwandig. Seine verhältnismäßig weiten Kammern zeichnen sich z. T. durch größere Erstreckung in waagerechter Richtung aus (Abb. 14). Eine Abbildung des Nestes dieser Art gab es bisher offenbar noch nicht.

Die dunkelbraunköpfigen Imagines (Abb. 14) sind ohne Flügel 7 . . . 8 mm, mit Flügeln ≈15 mm lang. Sie sind breiter und heller als die Imagines von *N. corniger*. Die Elytren sind matt-tabakbraun gefärbt.

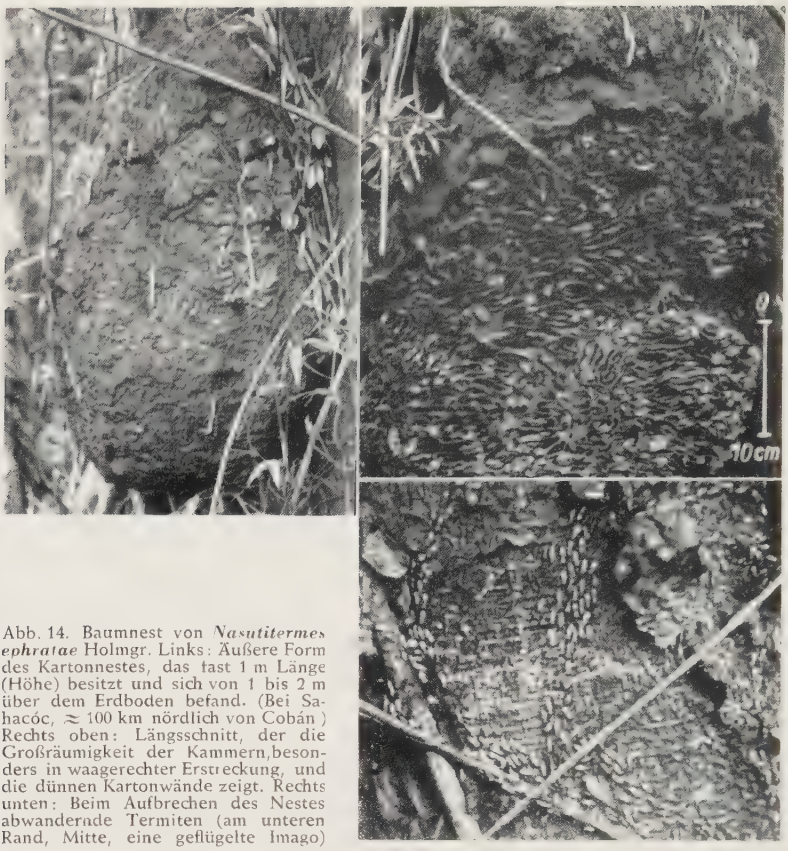



Abb. 14. Baumnest von *Nasutitermes ephratae* Holmgr. Links: Äußere Form des Kartonnestes, das fast 1 m Länge (Höhe) besitzt und sich von 1 bis 2 m über dem Erdboden befand. (Bei Sahacóc, ≈ 100 km nördlich von Cobán) Rechts oben: Längsschnitt, der die Großräumigkeit der Kammern, besonders in waagerechter Erstreckung, und die dünnen Kartonwände zeigt. Rechts unten: Beim Aufbrechen des Nestes abwandernde Termiten (am unteren Rand, Mitte, eine geflügelte Imago)

Die Arbeiter sind bis zu 5 mm, die Soldaten 4 mm lang; diese haben dunkelbraune Köpfe (Abb. 13). Das untersuchte große Nest war ungewöhnlich individuenreich; der Soldaten-Anteil war hoch.

Starker Schwarmflug, bei dem in kurzer Zeit viele Hunderte von Geflügelten zum Licht kamen, wurden Ende Mai nach heftigen gewittrigen Regengüssen bei völliger Dunkelheit zwischen 20 und 21 Uhr, während noch leichter Regen fiel, bei Chinasayúp in dem genannten Waldgebiet in der Alta Vera Paz (an einer von dem abgebildeten Nest ≈60 km entfernten Stelle) beobachtet.

## III. Käfer (*Coleoptera*)

Bei den folgenden Angaben handelt es sich aus den anfangs genannten Gründen noch mehr um Einzelfunde und -Beobachtungen als bei den Termiten.

Die Reihenfolge der Käfer-Familien entspricht ihrer systematischen Stellung, nicht ihrer wirtschaftlichen Bedeutung[4]).

[4]) Elateriden und andere Käferfamilien, deren Larven in pilzzersetztem Holz leben, aber als „technische" Schädlinge keine Bedeutung haben, werden hier nicht berücksichtigt, sondern später in einer Beschreibung der Arthropoden-Succession im *Pinus*-Holz in Guatemala erwähnt.

### 1. *Buprestidae*

Einige Buprestidenfunde an *Pinus* in Guatemala von F. SCHWERDTFEGER und dem Verfasser hat der erstere (1953) zusammengestellt. Von den beobachteten Arten fressen *Chalcophora brasiliensis* Obenb., *Chalcophora virginiensis* Drury[5]) (Imago 27 mm lang) und *Agrilus* schwerdtfegeri Obenb. im Holz, während sich *Chrysobothris* beckeri[6]) nur im Kambium aufhält. Nähere Angaben über Fundorte, Lebensweise und Fraßbild der Arten sind bei F. SCHWERDTFEGER (1953) nachzulesen. Mehrere in Nadelholz gefundene Larven konnten weder bestimmt, noch zum Käfer gezogen werden. Eine fast 5 cm große Larve scheint zu einer *Chalcophora*-Art zu gehören. — Ob die Nadelholz-Buprestiden in Guatemala eine wirtschaftliche Bedeutung haben, kann nicht gesagt werden. Im Vergleich zu anderen Insekten scheinen sie keine wichtigen Holzschädlinge zu sein.

Von den zahlreichen in Guatemala vorkommenden Laubholz-Buprestiden können nur zwei Arten erwähnt werden.

*Chrysobothris basalis* LeC.[6]) wurde in der pazifischen Küstenebene in trockenen (abgeschlagenen) Zweigen von *Acacia hindsi* Benth. („Ixcanál"), eines nach C. BÄRNER nur in Guatemala und Honduras vorkommenden Baumes, gefunden. Die Art ist neu für Guatemala, und es scheint der südlichste Fund für sie zu sein. Nach BLACKWELDER (1944) kommt sie in USA und Mexiko vor. Sie ist möglicherweise ein Primärschädling.

*Euchroma gigantea* L. (Abb. 15) im Volksmund „achero" (= „Wächter", „Guckaus") genannt, ein riesiger metallisch-grünlich bis kupferrot schillernder Käfer von 5 . . . 6 cm Länge und 2 . . . 2,5 cm Breite, schädigt lebende Bäume von Frucht- und anderen Nutzbäumen, besonders von Aguacate *(Persea gratissima* Gaertn.), Matiliscuate *(Tecoma pentaphylla* Juss.), „Ceebro" und Lorbeer[7]) in den tieferen Lagen von Guatemala. Die Art ist nach R. E. BLACKWELDER (1944) von Mexiko bis Argentinien verbreitet.

Abb. 15. *Euchroma gigantea* L. *(Buprest.)*

### 2. *Bostrychidae*

In Guatemala wurden Bostrychiden-Fraßgänge und -Fluglöcher in Laubholz, das in Eingeborenenhütten oder zu Zaunpfählen und ähnlichem verwendet war, häufig beobachtet. Bostrychiden sind bekanntlich wärmeliebende Trockenholz-Insekten und als Bauholzschädlinge in den Tropen

5) Bestimmung: Dr. E. C. van DYKE, San Francisco, USA (†).

6) Diese neue Art wird Prof. Dr. J. OBENBERGER-Prag (Tschechoslowakei) demnächst erst beschreiben. (Daher noch kein Kursivdruck des Artnamens.)

7) Nach Mitteilung von Dir. Hector SIERRA, Ministerio de Agricultura, Guatemala.

zu beachten. (Sie zerstören nicht selten auch Bleikabel.) Eigene Käferfunde oder Zuchten liegen aber leider nicht vor. Angaben über Artenvorkommen sind in der Biologia Centrali Americana, im Coleopterorum Catalogus und bei R. E. BLACKWELDER (1945) enthalten. Dieser nennt 15 Bostrychiden für Guatemala, darunter 5 *Micrapate*-Arten.

### 3. *Lyctidae*

Lyctiden und unter ihnen besonders *Lyctus brunneus* LeC. sind weltweit verbreitet, und auch in Guatemala wurden in trockenem Laubholz wiederholt Fraßschäden beobachtet, die wahrscheinlich von diesen Käfern verursacht waren. Leider war es nicht möglich, Lyctiden zu sammeln. Nur ein Fund kann angegeben werden.

In Eichenholz, das in den wiederhergestellten Maya-Tempeln von Zaculeu bei Huehuetenango verbaut war, wurde *Lyctus planicollis* LeC.[8]) gefunden. Zahlreiche Käfer liefen am 17. 5. zwischen 17 und 18 Uhr außen am Holz umher. — Als Parasiten dieser Art wurden hier eine Eurytomide, *Eurytoma sp.* (nahe der Art *E. crassineura* Ashm.)[9]) und eine Braconide, eine offenbar ebenfalls bisher unbeschriebene *Hecabolus*-Art[10]), beobachtet. *L. planicollis* war bisher für USA und Mexiko bekannt; für Guatemala, wo sie in ≈2000 m Höhe gefunden wurde, ist die Art neu.

Nach R. E. BLACKWELDER (1945) ist in Guatemala *Lyctus tomentosus* Rttr. festgestellt worden. *Lyctus caribeanus* Lesne wird für Zentralamerika und Westindien angegeben. Von den *Trogoxyloninae* kommt *Trogoxylon prostomoides* Gorh. in Guatemala vor.

### 4. *Anobiidae*

Nach R. E. BLACKWELDER (1945) sind in Guatemala an Anobiiden festgestellt worden: 1 *Ozognathus*-Art, *(Stegobium panicea* L.), 9 *Trichodesma*-Arten, 3 *Ptilinus*-Arten, *(Lasioderma serricornis* Fabr.), 2 *Petalium*-Arten, 3 *Calymmaderus*-Arten, 2 *Lioolius*-Arten, 1 *Microsternus*-Art, 3 *Catorama*-Arten, 3 *Priotoma*-Arten und 1 *Caenocara*-Art. Davon kommen nur einige als Holzschädlinge von wirtschaftlicher Bedeutung in Betracht.

Eigene Beobachtungen liegen nur für 2 *Calymmaderus- (= Thaptor-)* Arten[11]) vor. *C. pupatus* Gorham und *C. throscoides* Gorham wurden in Chimaltenango (2250 m ü. d. M.) im trockenen Bauholz einer *Pinus*-Art im Gebäudeinnern gefunden. *Calymmaderus pupatus* ist aus Mexiko, Britisch Honduras (= Belize), Guatemala und Costa Rica, *C. throscoides* aus Britisch Honduras und Guatemala (auch aus Nähe der Hauptstadt) bekannt. *C. pupatus*[11]) wurde dem Verfasser aber auch aus Sao Paulo (Brasilien) übersandt[12]), wo die Art in Holz von „Brasil-Kiefer" (= *Auraucaria spec.*) gefunden worden ist.

Die Käfer (Abb. 16) steckten tot in Fluglöchern, wie es auch bei anderen Anobiiden regelmäßig vorkommt. Sie sind bei *C. pupatus* 4 . . . 5 mm lang und fast 2 mm breit, bei *C. throscoides* 3 . . . 4 mm lang und ≈1,5 mm breit, braun bis dunkelbraun, bei der ersten Art mit feiner mattgrünlich-gelber,

8) Nach Bestimmung von Mrs. C. M. F. von HAYEK-London.
9) Nach Bestimmung von Dr. B. D. BURKS-Washington.
10) Nach Bestimmung von Dr. C. F. W. MUESEBECK-Washington.
11) Nach Bestimmung von C. M. F. von HAYEK-London.
12) Sendung von Ing. I. A. PEREIRA-Sao Paulo, Brasilien.

nach hinten gerichteter Behaarung auf den Elytren. Eine aufgefundene (≈ 2 mm lange) Larve einer der beiden Arten hatte ausgesprochen Anobien-Gestalt; der Körper ist, von oben gesehen, in der Mitte am dünnsten und

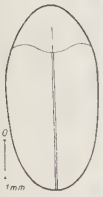


Abb. 16. Umriß von *Calymmaderus pupatus* Gorh. *(Anobiid.)*

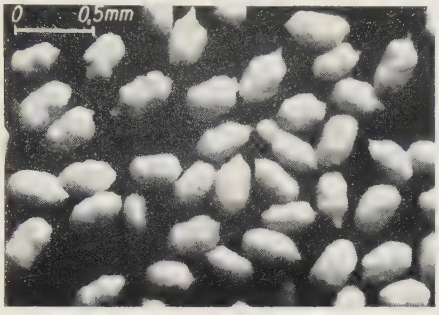



Abb. 17. Kotpartikel von *Calymmaderus spec.* in *Pinus*-Holz

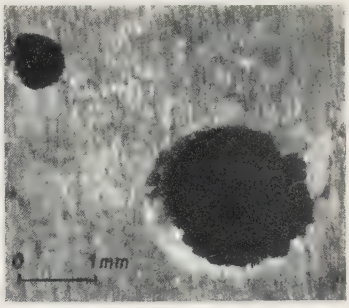



Abb. 18. Flugloch von *Calymmaderus pupatus* Gorh. (rechts unten) und *Hylocurus beckeri* Hequ. *n. sp.*

nach hinten zu seitlich verdickt. Die Kopfkapsel ist weiß, die Mandibeln sind braun. Das Abdomen besitzt schwache Seitenwülste; die rudimentären Beine sind verhältnismäßig lang. Am Vorderrand der Dorsal-Segmente befinden sich feine, punktförmige braune Dörnchen, ungefähr reihenförmig angeordnet; das letzte Abdominalsegment trägt seitlich je ein kleines Dörnchenfeld. Der ganze Körper hat eine dünne und kurze, helle Behaarung. Die Stigmen sind nicht sehr deutlich ausgeprägt.

Die Larvenfraßgänge von *Calymmaderus* haben einen kreisförmigen Querschnitt und sind mit holzfarbenem Kot und feinem Nagemehl — nicht sehr festgepackt — gefüllt. Die bis zu 0,4 mm messenden Kotpartikel (Abb. 17) sind kennzeichnend geformt: Sie sind nicht ganz doppelt so lang wie dick; ein walzenförmiger Mittelteil rundet sich nach den Enden elliptisch; das Hinterende ist zu einem Fortsatz spitz ausgezogen. Die Käferfluglöcher (Abb. 18) sind kreisförmig mit einem Durchmesser von 1,5 bis 2 mm.

Nach dem Umfang der in Chimaltenango beobachteten Schäden sind die *Calymmaderus*-Arten als Trockenholzinsekten in Guatemala zu beachten, und ihre Lebensweise müßte näher untersucht werden.

### 5. *Cerambycidae* [13])

Die Zahl der in der Biologia Centrali Americana und später von R. E. Blackwelder (1946) für Guatemala angegebenen Cerymbyciden-Arten ist so groß, daß ihre Aufzählung hier ohne nähere Angaben über die Schädlichkeit, die in diesen Werken fehlen, keinen Sinn hat. Welche Bockkäfer in den heißeren Gebieten für verarbeitetes Holz wichtig sind, kann nicht gesagt werden, da der Aufenthalt in diesem Bereich zu kurz war, vor der Flugzeit lag und Zuchten aus befallenem Holz nicht durchgeführt werden konnten. Nur einige Beobachtungen über wenige Arten aus dem Hochgebirge liegen vor, von deren Lebensweise man bisher nichts wußte.

In Stubben von *Pinus rudis* Endl., die bereits von holzzerstörenden Pilzen zersetzt waren, wurden bei Tecpán in ≈ 2400 m Höhe die bis zu

13) Bestimmung: Dr. E. Franz-Frankfurt a. M.

Abb. 19. ***Callipogon barbatum*** Fabr. (♀) Das abgebildete Tier entwickelte sich in Berlin-Dahlem aus einer der in Guatemala eingesammelten Larven

10 cm langen Larven des großen Bockes *Callipogon barbatum* Fabr. *(Prioninae, Callipogones)* gefunden. Die Art ist bisher aus Guatemala und Nicaragua (H. W. BATES) bekannt, also anscheinend auf Mittelamerika beschränkt. Andere *Callipogon*-Arten werden für Guatemala (auch von R. E. BLACKWELDER) nicht angegeben.

Während die nahverwandte Gattung *Ergates* nach Süden nur mit ein oder zwei Arten bis Mexiko reicht, ist die Gattung *Callipogon* ausgesprochen neotropisch: Von ihren 16 in Mittel- und Südamerika bekannten Arten kommen zwei im südlichen Mexiko vor. Die Mehrzahl ist auf Südamerika beschränkt.

Die bis zu 8 cm langen Käfer von *Callipogon barbatum* sind durch eine dichte strohgelbe Beharung der Mandibeln *(„barbatum")* ausgezeichnet (Abb. 19); im männlichen Geschlecht sind diese hirschgeweihartig verzweigt.

Die Larven und Puppen waren bisher nicht bekannt und sollen daher abgebildet und kurz beschrieben werden. Die Larvengestalt ist am besten aus den Lichtbildern (Abb. 20) ersichtlich. Die gleichmäßige Körperbreite ist ein Merkmal, das auch *Ergates* aufweist; aber die dorsalen und ventralen Kriechwülste sind bei *Callipogon barbatum* nicht ganz so stark ausgebildet wie bei dem europäischen *Ergates faber*. Die Färbung der *C. barbatum*-Larven ist dunkel-gelblich; das Protho-

Abb. 20. Larve von ***Callipogon barbatum*** Fabr. (von oben, von der Seite und von unten)

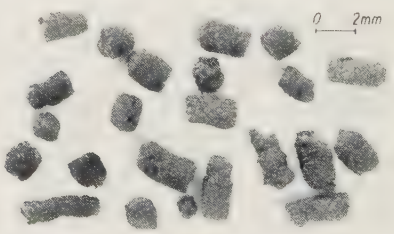



Abb. 21. Kotwalzen einer größeren Larve von ***Callipogon barbatum*** Fabr.

rakal-Tergit trägt dunkel chitinisierte Randstreifen und ist in der Mitte schmutzig-weiß-mattopalisierend. Die Stigmen sind deutlich ausgeprägt. Mandibeln und übrige Mundteile sind sehr dunkel pigmentiert. — Die Form der Kotwalzen zeigt Abb. 21 für eine größere Larve.

An den Puppen, deren allgemeine Gestalt aus Abb. 22 am Beispiel eines weiblichen Tieres ersichtlich ist, fällt einmal eine sehr stark ausgeprägte, rauhe Bedornung der Abdominal-Tergite auf. Die nach hinten gerichteten, einzeln stehenden Chitinvorsprünge haben eine regelmäßige, ungefähr zweireihige Anordnung (vgl. Abb. 22); seitlich befindet sich je ein besonders

Abb. 22. Puppe von *Callipogon barbatum* Fabr. (♀)

kräftiges Dornenpaar. Eine andere auffallende Erscheinung sind vier merkwürdige paarige Bildungen an der Segment-Grenze zwischen dem zweiten und sechsten Dorsaltergit. Am hinteren Rand der betreffenden Tergite sind zwei elliptisch geschwungene Chitinleisten ausgebildet, die glatte helle Felder einschließen. Ihnen gegenüber ist am vorderen Rande des folgenden Tergits eine etwas breitere, flacher gebogene, mit einer gezähnelten Kante versehene, dunkle Chitinvorwölbung ausgebildet, an die sich ein dunkler als der größte Teil der Tergite pigmentierter Streifen anschließt, der die beiden Ellipsoide hinten umrandet. Der Sinn dieser Gebilde, die an Stridulationsorgane erinnern, konnte nicht ergründet werden. Erwähnenswert sind schließlich eine besonders dunkle Pigmentierung des letzten Abdominaltergits und ovale braune Flecken am Seitenrande der Sternite bei der sich verfärbenden Puppe.

*Callipogon barbatum* kann wahrscheinlich wie *Ergates faber* auch an verarbeitetem Holz wie Leitungsmasten, Pfählen usw. im Erdbereich, wo es hinreichend feucht ist, schädlich werden.

Im Hochgebirge wurden in Stämmen von *Pinus rudis* Endl., die von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. abgetötet waren, drei *Tetropium*-Arten regelmäßig gefunden: *Tetropium guatemalenum* Bates, *Te-*

*tropium* opacum *n. sp.* und *Tetropium* beckeri *n. sp.*[14]). Die erste ist bisher nur in Guatemala gefunden worden. Sie und die beiden neuen Arten wurden teils einzeln, teils nebeneinander bei Quezaltenango (2450 m) und an anderen Stellen im Westen des Landes zwischen ≈ 2300 und ≈ 2700 m Höhe beobachtet.

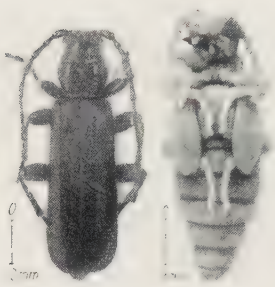


Abb. 23. Käfer von *Tetropium* opacum *n. sp.*; Puppe von *Tetropium spec.*

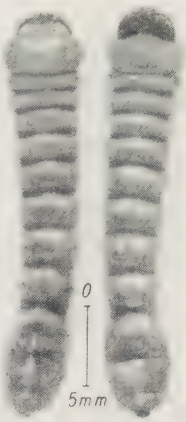



Abb. 24.
Larve von *Tetropium spec.*

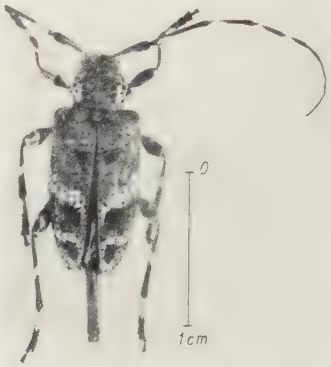



Abb. 25.
*Astyochus tenebrosus* Bates (♀)

Die Käfer sind bei *T. guatemalenum* 13 . . . 15 mm, bei *T.* opacum (Abb. 23) 11 . . . 13 mm, bei *T.* beckeri ≈10 mm lang. Die schwarze Grundfarbe der Tiere geht bei *T.* opacum auf den Elytren teilweise in ein mattes Braun über. Die Schenkel sind bei den 3 Arten rotbraun. Die Larven (Abb. 24) fressen im Kambium und erzeugen hier das für die Gattung *Tetropium* kennzeichnende Fraßbild (vgl. z. B. K. ESCHERICH, E. SCHIMITSCHEK). Die Verpuppung erfolgt bei *T. guatemalenum* im Kambium. Ein Teil der Puppenwiegen liegt aber in den äußeren Holzschichten. Ob die anderen *Tetropium*-Arten regelmäßig zur Verpuppung in das Holz eindringen, oder ob jede Art in ihrem Verhalten wechselt, geht aus den vorhandenen Beobachtungen nicht sicher hervor. Die Verpuppung beginnt ungefähr Mitte März. Anfang April 1951 wurden in 2500 m Höhe Vorpuppen und Puppen aller Arten beobachtet; Ende April waren neben den Puppen bereits auch fertige, ausgeflogene Käfer vorhanden. Als Parasit wurde bei Quezaltenango in 2500 m Höhe eine wohl neue *Xorides spec.*[15]), eine große, ohne Legestachel 20 mm lange Ichneumonide, festgestellt. Die *Tetropium*-Arten werden außerdem von Spechten verfolgt.

Die *Tetropium*-Arten in Guatemala befallen ihre Brutbäume offenbar in einem sehr frühen Schwächungszustand. Denn es wurden bereits Puppen und Käfer unter der Rinde gefunden, wenn diese noch fest auf dem saftfeuchten Holz aufsaß und *Dendroctonus adjunctus* in voller Entwicklung war. Wahrscheinlich entwickeln sie sich auch in gefällten Stämmen, die im

[14]) Da die Neubeschreibung durch Dr. ELLI FRANZ ers in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift erfolgen werden, sind die Artnamen noch nicht in kursiv gesetzt. Nach Mitteilung von E. FRANZ hat F. SCHWERDTFEGER in Guatemala eine vierte *Tetropium*-Art gefunden und befindet sich in dem Sammlungsmaterial des Verfassers ein Exemplar, das möglicherweise zu einer fünften Art gehört.

[15]) Bestimmung: Dr. L. M. WAKLEY-Washington, USA.

Walde liegen bleiben. Ob die drei *Tetropium*-Arten selbst primärschädlich werden können, ist unbekannt. Ihr technischer Schaden ist auf die Puppenwiegen im Splintholz beschränkt. Er kann durch rechtzeitige Entrindung vermieden werden.

In den hohen Lagen der Kordillere wurde von ≈2400 bis 3300 m Höhe in totem Nadelholz häufig *Astyochus tenebrosus* Bates[16]) gefunden. Diese 1881 von H. W. Bates aus Guatemala beschriebene Art, wo sie G. C. Champion im Hochgebirge bei Totonicapán gesammelt hatte, ist seither offenbar (vgl. R. E. Blackwelder 1946) nicht mehr und an keiner anderen Stelle gefunden worden.

Die Käfer (Abb. 25) sind 12 . . . 17 mm lang, bräunlich mit gelblichen Querbinden und einer dunklen Fleckenmusterung versehen, an der Unterseite rötlich-grau. Ihre Fühler sind etwas länger als der Körper. Der Prothorax hat zwei seitliche Dornen. Die Legeröhrenscheide ist bis zu 5 mm lang. — Die Larven (Abb. 26) erreichen eine Länge von 35 mm. Sie

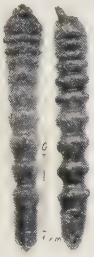
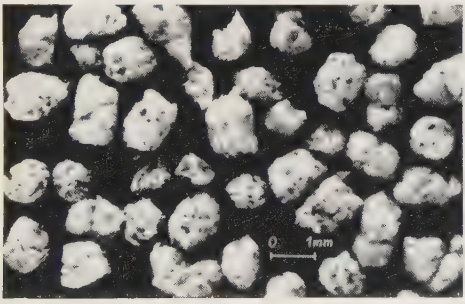


Abb. 26. Larve von *Astyochus tenebrosus* Bates

Abb. 28. Stubben von *Pinus rudis* Endl. (über 1 m hoch) im Hochgebirge mit Fruchtkörpern von *Polystictus abietinus* Fr. In solchen Stubben entwickeln sich *Astyochus tenebrosus* Bates und *Cossonus sargi* Champ.

Abb. 27. Larvenkot von *Astyochus tenebrosus* Bates




haben ein stark behaartes braunes Prothorax-Tergit, mit Ausnahme der Oberlippe sehr dunkle Mundwerkzeuge und eine braune Behaarung an den Seiten. Sie fressen im Kambium und regelmäßig auch tief im Splintholz. Die Gänge sind fest mit Bohrmehl und Kotpartikeln gefüllt. Diese sind verhältnismäßig kurze Walzen bis Ellipsoide, in denen sich neben einer hellen holzfarbenen Grundmasse dunklere Bestandteile befinden (Abb. 27). Diese deuten auf Mitfressen von Kambium und Rinde hin. Die Puppenwiegen liegen einige cm tief im Holz. Die Fluglöcher der Käfer messen 4 . . . 7 mm, sind unregelmäßig rundlich, elliptisch unsymmetrisch wie bei Buprestiden und mit der längeren Achse quer zur Holzfaser gerichtet.

16) Synonym der Gattung *Astyochus* Auriv. 1823 ist *Astynomus* Laporte 1840.

*A. tenebrosus* lebt in den ober- und unterirdischen Teilen der beim meist unsachgemäßen Fällen der Bäume durch die Indianer mit der Machete (einem langen Haumesser) bis zu 1 m hoch bleibenden Baumstümpfe von *Pinus rudis* Endl. (Abb. 28) und befällt auch das Holz von Kiefern- und Zypressen-Masten der durch die Nadelwälder führenden Leitungen in dem Bereich unterhalb und dicht oberhalb des Erdbodens, in dem auch die Pilzangriffe am stärksten sind. An den Stubben von *Pinus rudis* und den Leitungsmasten wurden häufig und in großer Zahl kleine grauweiße Fruchtkörper der Polyporacee *Polystictus abietinus* Fr.[17]) gesehen (Abb. 28).

Während der Holzabbau durch Pilze in den Hochgebirgen Guatemalas langsam vor sich geht und abgestorbene Stämme mehrere Jahre lang stehen bleiben, fallen in Mexiko (nach PERRY jun. 1952) die von *Dendroctonus* abgetöteten Kiefern in der Umgebung der Hauptstadt innerhalb eines Jahres, und Fruchtkörper von *Polyporus volvatus* erscheinen bereits nach weniger als einem halben Jahr.

Schon am 10. März wurden außer erwachsenen und kleineren Larven auch Puppen und einzelne fertig ausgebildete männliche und frischgeschlüpfte weibliche Käfer in ihren Puppenwiegen in Holz gefunden. Anfang April hatten die Tiere das Holz bereits zum Teil verlassen. Die Art hat also — trotz ihres Vorkommens in so hoher Gebirgslage — eine sehr frühe Flugzeit, die noch vor dem ersten Regen einsetzt, und ist der erste Bockkäfer, der in diesem Gebiet beobachtet wurde. Die Generationsdauer beträgt anscheinend zwei Jahre.

*A. tenebrosus*, der in seiner Lebensweise mit dem europäischen *Rhagium bifasciatum* F. oder nach der Schädlichkeit mit *Leptura rubra* L. verglichen werden könnte, ist als Nutzholzschädling an Masten und feuchtem Bauholz aus Nadelholz im Hochgebirge zu beachten.

In der Sierra de las Minas wurde unter der Rinde gefällter Kiefernstämme *Acanthocinus obliquus* LeC. *var. chihuahuae* Casey gefunden. Von der Gattung *Acanthocinus* war im Süden als einzige diese *obliquus*-Varietät bis Mexiko bekannt (R. E. BLACKWELDER 1946). Der Fund in Guatemala ist also der bisher südlichste für diese Gattung.

Am 29. März 1951 waren nebeneinander kleine und ausgewachsene Larven, Puppen und fertige Käfer vorhanden. Eine der mitgenommenen Larven verpuppte sich Ende April, und der Käfer schlüpfte Mitte Mai. Die hellgrauen Käfer mit braunem und schwärzlichem Muster (Abb. 29) sind 12 . . . 16 mm lang; die Fühler der Männchen sind ungefähr 3½mal, die der Weibchen ungefähr 2½mal so lang wie der Körper.

Eine *Phrynidius*-Art *(Lamiinae, Dorcadionini)*, nach E. A. J. DUFFY-London *P. echinus* Bates, nach E. FRANZ-Frankfurt a. M. wohl *P. singularis* Bates, wurde aus einer Larve gezogen, die am 18. Mai 1951 in einem Zypressen-Stubben bei Aguas Calientes (zwischen Quezaltenango und Huehuetenango, im Westen Guatemalas) gefunden worden war. Das Holz war von Pilzen befallen. Das Zypressen-Holz hat eine große natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Pilze und Insekten, und daher ist das Vorkommen von *Phrynidius* darin bemerkenswert. Der 9 mm lange Käfer hat eine spinnenartige Gestalt (Abb. 30). Die Gattung *Phrynidius* ist in sechs Arten von Mexiko bis Panamá gefunden worden (R. E. BLACKWELDER 1946), vier davon sind für Guatemala genannt; *P. echinus*

17) Bestimmung: Dr. W. P. K. FINDLAY-Princes Risborough, Großbritannien.

ist die einzige Art, die südlich davon bis Panamá beobachtet wurde, während *P. singularis* nur für Guatemala (San Gerónimo) angegeben ist.

Zum Schluß sollen zwei zufällige Cerambycidenfunde aus Laubholz erwähnt werden. *Cyllene erythropa* Chevr. *(Cerambycinae, Clytini)* wurde aus trockenen Zweigen von *Acacia hindsi* Benth. („Ixcanál") aus der Pazifik-Ebene gezogen. Der seidig-schwarze, gelbstreifige Bockkäfer (Abb. 31) ist nach R. E. Blackwelder (1946) nur für Guatemala und Mexiko bekannt.

Abb. 29. *Acanthocinus obliquus* LeC. *var. chihuahuae* Casey (♂)

Abb. 30.
Umriß von *Phrynidius spec.*

Abb. 31. *Cyllene erythropa* Chevr.

Über *Lagochirus araneiformis* L. ist gesondert berichtet worden (G. Becker 1953).

### 6. *Scolytidae*[16])

Einige Scolytiden dringen in das Holz von *Pinus*-Arten ein. Hier schädigen weniger die Fraßgänge der Käfer und ihrer Larven als die von ihnen ausgehenden Bläuepilze, von denen die Larven leben (sog. „Ambrosia"-Pilze), falls der Stamm zu Schnittholz verwendet werden soll.

Am häufigsten wurde im Hochgebirge zwischen 2200 und ≈ 3300 m Höhe Gnathotrichus sulcatus LeC. *(Pithyophthorinae)*, ein 3 . . . 4 mm langer, schlanker, dunkelbrauner Käfer gefunden. *G. sulcatus* LeC. war bisher aus Mexiko und den westlichen USA bis ins südliche Britisch Columbien (Kanada) bekannt und ist neu für Guatemala. In USA befällt die Art Hemlock- und andere Tannen, Fichten, Douglasien und bisweilen Kiefern, Sequoien, Cedern und andere Coniferen (F. P. Keen 1952). In Guatemala wurde sie an *Pinus rudis* Endl. und *Pinus pseudostrobus* Lindl. gefunden. Ihre Beschränkung auf hohe Gebirgsgebiete in der Kordillere zwischen Tecpán und Desconsuelo im Osten und Quezaltenango und San Marcos im Westen entspricht wie bei a. de[illegible] arktischen Insekten Guatemalas ihrer nördlichen Verbreitung.

Die Imagines (Abb. 32), die während des ganzen Aufenthaltes im Lande gesehen wurden, bohren sich durch die Rinde in das Holz ein, sobald der Baum stark geschwächt oder abgestorben, aber solange das Splintholz noch saftfrisch ist. Nach J. M. Swainl soll die Art gelegentlich gesunde Stämme angreifen. Da beim Einnagen die tiefen Rindenrisse als dünnste Stellen der sonst besonders bei *Pinus rudis* sehr dicken Rinde aus-

16) Bestimmung: Prof. Dr. K. E. Schedl-Bodensdorf, Österreich.

gewählt werden, findet man nach Entfernen der Rinde die Löcher an der Holzoberfläche und beim Zerschneiden des Holzes die Fraßbilder von *Gnathotrichus* in senkrecht verlaufenden Reihen gehäuft.

Die von einem Einbohrloch ausgehenden Muttergänge liegen bei *Gnathotrichus* in einer Ebene. Die kurzen Larvengänge verlaufen senkrecht dazu in Faserrichtung des Holzes. Das entstehende „leiterartige" Fraßbild ähnelt dem von *Xyloterus lineatus* Ol. Die Fraßgangwände sind durch die Bläuepilze dunkelbraun bis schwärzlich gefärbt. Die Verfärbung dehnt sich in das benachbarte Holz je nach deren Trocknungsgeschwindigkeit wenige Millimeter bis zu etwa 2 cm weit aus.

An anderen *Gnathotrichus*-Arten führt R. E. BLACKWELDER (1947) für Guatemala *G. bituberculatus* Bldf. und *G. consentaneus* Bldf. an. Nur die letztere scheint im Gebiet der höher gelegenen *Pinus*-Wälder vorzukommen; BLANDFORD gibt für sie nach Funden von CHAMPION Totonicapán, das „Quiché-Gebirge" und den Vulkan Agua an. Es ist merkwürdig, daß vom Verfasser nicht diese Art, sondern *G. sulcatus* gefunden worden ist. (Beide Arten sind morphologisch sehr verschieden.)

BLANDFORD bemerkt bei *Gnathotrichus consentaneus*: „The examples received suggest that more than one species may be here represented, but no separation appears to be feasible. The form described is that from Totonicapam" (gemeint ist Totonicapán).

Von anderen *Pityophthorinae* wurden *Pityophthorus confusus* Bldf. und *P. nigricans* Bldf., ersterer in mittlerer Höhenlage der Sierra de las Minas in *Pinus oocarpa* Schiede, letzterer in größerer Höhe zwischen San Marcos und San Lorenzo im Westen der Kordillere in einem abgestorbenen Ast von *Pinus ayacahuite* Ehrenb. gefunden. Beide Arten scheinen selten zu sein oder haben eine spätere Schwärmzeit. — R. E. BLACKWELDER (1947) nennt 12 *Pityophthorus*-Arten für Guatemala. W. F. H. BLANDFORD hat aber nur drei von ihnen im Nadelwald-Gebiet gefunden, nämlich *P. nigricans* Bldf., *P. diglyphus* Bldf. und *P. cincinnatus* Bldf. *P. confusus* ist nur für Guatemala, *P. nigricans* auch für Mexiko bekannt.

Eine nach den eigenen Beobachtungen wiederum sehr häufige Art im Nadelholz Guatemalas ist *Xyleborus scopulorum* Hopk. *(Cryphalinae)*. Diese Art hat ihr Verbreitungsgebiet aber in deutlich tieferen Lagen des Rückengebirges und wurde auch in der Sierra de las Minas eingesammelt. Die Fundorte liegen zwischen ≈ 1800 und ≈ 2300 m Höhe; die obere Verbreitungsgrenze mag mit dieser Angabe übereinstimmen, die untere ist dem Verfasser unbekannt, da unterhalb des *Dendroctonus*-Verbreitungsgebietes weniger Insekten gesammelt wurden. Die Käfer (Abb. 33) sind nur 2,7 . . . 3,3 mm lang. Sie bohren sich in absterbendes und totes, noch saftfrisches Holz ein. Die winzigen Fraßgänge sind dunkelgefärbt und können, zusätzlich durch die Bläueverbreitung, Schnittholz beeinträchtigen.

Abb. 32. *Gnathotrichus sulcatus* LeC.

Abb. 33. *Xyleborus scopulorum* Hopk.

Von den 23 *Xyleborus*-Arten, die BLANDFORD nach CHAMPIONS Funden für Guatemala angibt, ist keine aus höheren Gebirslagen erwähnt. Der Nadelholz-Schädling *Xyleborus scopulorum* Hopk. ist in der Liste von R. E. BLACKWELDER weder für Mittelamerika noch für Mexiko an-

gegeben, also für das Gebiet südlich der USA neu. In Nordamerika lebt die Art nach F. P. Keen (1952) in Ponderosa-, Jeffrey- und Coulter-Kiefer in Süd-Dakota, Oregon und Kalifornien. Auch dieses *Pinus*-Insekt Guatemalas ist also nearktischer Herkunft.

In Bauholz aus einer *Pinus*-Art wurde in Chimaltenango (2250 m) eine neue *Hylocurus*-Art *(Micracinae)* gefunden, die K.-J. Hequist als *Hylocurus beckeri* beschreiben wird. Die winzigen, 2 mm langen und 0,7 mm breiten, schwarzen Käfer, die bostrychidenähnlich aussehen, steckten tot in den Einbohrlöchern, deren Größe im Vergleich zu *Calymmaderus*-Fluglöchern Abb. 18 zeigt. Die Wände der *Hylocurus*-Gänge waren nur schwach verfärbt. Die Bauhölzer, in denen *Hylocurus* beckeri *n. sp.* beobachtet wurde, scheinen von diesem Holzbrüter erst befallen worden zu sein, nachdem sie bereits fertig eingeschnitten waren.

Nach R. E. Blackwelder (1947) waren bisher nur zwei von Blandford beschriebene *Hylocurus*-Arten aus Guatemala bekannt, nämlich *H. cancellatus* Bldf. und *H. simplex* Bldf.

Über Scolytiden in Laubhölzern Guatemalas liegen keine eigenen Beobachtungen vor. Sie müssen aber nach sonstigen Erfahrungen als wichtige Nutzholzschädlinge angesehen werden, die gefällte Stämme befallen und für manche Verwendungszwecke entwerten.

### 7. *Platypodidae*

Platypodiden gelten in den Tropen überall als wichtige Nutzholzschädlinge an frischen Stämmen. Für Guatemala gibt W. F. H. Blandford (1895) 19 *Platypus*-Arten an; R.E. Blackwelder (1947) zählt 22 *Platypus*-Arten und zwei *Tesserocerus*-Arten auf. Die meisten von ihnen sind fraglos Laubholz-Bewohner. Für höhere Lagen, die „Quiché-mountains", führt Blandford lediglich *Platypus biprorus* Bldf. an.

An und in abgestorbenen oder gefällten, noch saftfrischen Stämmen von *Pinus rudis* Endl. wurde in 2200 bis 2600 m Höhe bei Quezaltenango, Tecpán und an anderen Stellen *Platypus quadridens* Schedl[19]) gefunden. Die 5 . . . 6 mm langen dunkelbraunen Käfer (Abb. 34) flogen im Mai frischgefälltes Holz und frische Stubben an und klebten zum Teil in dem starken Harzfluß von *Pinus rudis* fest.

*Platypus quadridens* war bisher nur für Mexiko bekannt. In Guatemala scheint die Art auf höhere Gebirgslagen beschränkt zu sein.

Abb. 34. *Platypus quadridens* Schedl.

### 8. *Curculionidae*[20])

Rüsselkäfer, von denen zahlreiche Cossoninen Holz fressen, bedürfen allgemein zu ihrer Entwicklung einer hohen Holzfeuchtigkeit. Sie können also nur an Stellen schädlich werden, an denen verarbeitetes oder lagerndes Holz ständig verhältnismäßig feucht ist. Schäden durch diese Tiere an verbautem Holz wurden während des Aufenthaltes in Guatemala ge-

19) Bestimmung: Prof. Dr. K. E. Schedl-Bodensdorf, Österreich.

20) Bestimmung: E. Voss-Harderberg, Deutschland, und z. T. Mrs. R. E. Warner, Washington, USA.

legentlich an Brücken beobachtet. Käfer zur Artbestimmung konnten dabei nicht gesammelt werden; nach den kennzeichnenden Fraßgängen waren es kleine Arten von wenigen mm Länge und 1,5. . . 2 mm Durchmesser.

Die Zahl der von G. C. CHAMPION (1904) in der Biologia Centrali Americana genannten Cossoninen, die in Laub- oder Nadelholz leben, ist recht groß. Für hohe Gebirgslagen Guatemalas gibt er folgende Cossoninen (meist ohne Angabe der Brutbäume) an: *Dryophthorus quadricollis* Champ., *Heptarthrum gibbipenne* Champ., *Heptarthrum cordillerae* Champ., *Carphonotus ochreipilis* Champ., *Stenomimus ovaticollis* Champ., *St. rhyncoloides* Champ., *St. quichensis* Champ., *St. rugirostris* Champ., *Cossonus flavovittatus* Champ., *Cossonus sargi* Champ., *C. xylophilus* Boh., *Tomolips quercicola* Boh. und *Calyciforus inaequalis* Champ.

E. Voss (1953) hat die in Guatemala gefundenen Cossoninen morphologisch und systematisch bearbeitet. Ferner wird F. SCHWERDTFEGER über die von ihm und vorher vom Verfasser gesammelten Curculioniden an *Pinus*-Arten berichten. Hier sollen der Vollständigkeit halber die als Holzzerstörer auch wirtschaftlich in Betracht kommenden Cossoninen zusammengestellt und einige von anderer Seite nicht gemachte Angaben zur Kenntnis dieser Arten beigefügt werden.

Ein in den hohen Gebirgslagen verbreiteter, durch seine Größe auffallender, holzfressender Rüssler ist *Cossonus sargi* Champ. Die Art ist bisher nur für Guatemala bekannt (R. E. BLACKWELDER 1947). Sie wurde an zahlreichen Stellen von ≈ 2200 m (nach F. SCHWERDTFEGER von 2350 m ab) bis zu 3300 m Höhe, besonders zwischen ≈ 2700 und 3300 m, im Holz toter Stämme und Stubben von *Pinus rudis* Endl., einmal auf dem Cerro Calél im Holz eines pilzbefallenen hohen Zypressenstubbens gefunden. In den hohen Lagen über 3000 m war *Cossonus sargi* der einzige Rüsselkäfer im Holz. Reichliche Entwicklung wurde in hohen Stümpfen von *Pinus rudis* beobachtet, die vor etwa ein bis zwei Jahren abgestorben, von Braunfäule-Pilzen etwas zersetzt waren und außen Fruchtkörper des in den Hochgebirgen häufigen *Polystictus abietinus* Fr. *(Polyporaceae*[21]) aufwiesen (Abb. 28) *Cossonus sargi* kommt bereits unter der Rinde von Kiefern vor, die noch Brut von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. enthalten (wie besonders F. SCHWERDTFEGER feststellte), lebt aber ebenfalls in schon gestürzten, durch Pilze bereits stark verrotteten Stämmen.

Abb. 35.
Käfer von *Cossonus sargi* Champ.

Die Käfer (Abb. 35) sind 6 . . . 8 mm, mit Rüssel bis 12 mm lang, 2 . . . 3 mm breit, sehr flach und pechschwarz (unausgefärbt bräunlich). Sie bewegen sich — auch im Vergleich mit anderen Cossoninen — besonders langsam. Die Eier sind weiß, tropfenförmig und verhältnismäßig klein. Die Larven (Abb. 36), gekrümmt und fußlos wie bei anderen Curculioniden auch, werden bis ≈ 10 mm lang. Ihr Körper ist gelblich weiß, der deutlich abgesetzte Kopf ausgeprägt gelb, die Mundwerkzeuge sind dunkelbraun pigmentiert. Auf den Wülsten an Stelle der Extremitäten befinden

[21]) Bestimmung: Dr. W. P. K. FINDLAY-Princes Risborough, Großbritannien.

sich mehrere verschieden lange braune Borsten. Auch die lateralen Wülste und die Tergite sind mit feinen Börstchen versehen. Am Tergit des letzten Abdominalsegmentes sind schwache Erhebungen bemerkenswert. Die

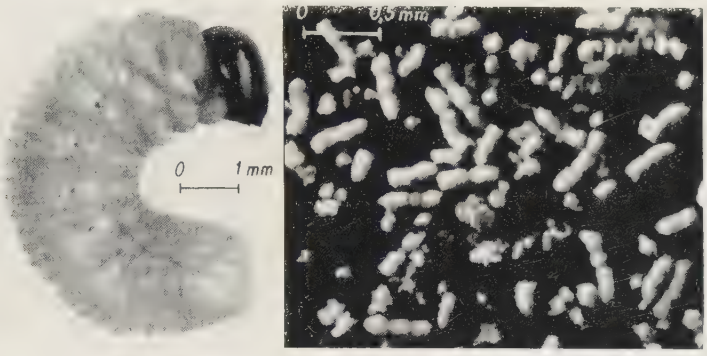



Abb. 36. Larve und Larvenkot von *Cossonus sargi* Champ.

nähere Beschreibung der Larven und besonders ihrer Mundwerkzeuge soll einem vergleichend morphologisch arbeitenden Systematiker überlassen bleiben. Auch die Puppen (Abb. 37) die eine ausgeprägte Bedornung und einzeln stehende kräftige Haare aufweisen, sollen nur im Lichtbild wiedergegeben, aber nicht im einzelnen beschrieben werden.

Abb. 37. Puppen (beiden Geschlechtes) von *Cossonus sargi* Champ

Die gewundenen Larvenfraßgänge erreichen einen Durchmesser von ≈ 4 mm. Das Bohrmehl (Abb. 36), mit dem sie ziemlich dicht gefüllt sind, besteht zum größten Teil aus holzfarbenen Kotpartikeln. Diese sind kurze Walzen und haften wie bei anderen Cossoninen-Larven (G. Becker 1949) zu 2 bis 5 perlschnurartig aneinander. Beim Trocknen fallen die Ketten leicht auseinander. Während die Larven Holzfresser sind, scheinen die Imagines das Kambium als Nahrung vorzuziehen.

Mitte März wurden in 2800 . . . 3000 m Höhe zahlreiche Larven, Puppen und Käfer gefunden. Ende April und Mai fehlten große Larven und Puppen, und die Käfer waren seltener. F. Schwerdtfeger sammelte anschließend Käfer bis November.

Nach seiner Lebensweise ist *Cossonus sargi* im Hochgebirge als Nutzholzschädling, besonders an Leitungsmasten und höherer Feuchtigkeit ausgesetztem Bauholz, zu beachten.

Eine sehr häufige, nach F. SCHWERDTFEGER's längeren Beobachtungen die häufigste Cossoninen-Art in Guatemala ist *Cossonus xylophilus* Boh. (= *C. puncticollis* Woll.). Sie kommt außerdem in Mexiko vor (G. C. CHAMPION). *C. xylophilus* wurde an vielen Stellen im Hochgebirge sowie in der Sierra de las Minas und der Sierra de Chuacús gefunden. F. SCHWERDTFEGER, der Käfer während des ganzen Jahres fand, beobachtete als Verbreitungsgrenzen 1500 und 2700 m; ein eigener Fund bei Las Trojadas reicht bis 2900 m. Die Art geht also in tiefere, wärmere Lagen als *C. sargi* und nicht ganz so hoch hinauf wie dieser Käfer. Nach F. SCHWERDTFEGER werden außer *Pinus rudis* Endl. und *P. oocarpa* Schiede, auf die sich die eigenen Funde beschränken, auch *P. tenuifolia* Benth., *P. pseudostrobus* Lindl. und *P. montezumae* Lamb. befallen.

E. Voss (1953) fand, daß nur einzelne in der Sierra de las Minas gesammelte Stücke die *forma typica* von Bohemann darstellen. Alle im Hochgebirge gefundenen zahlreichen Tiere entsprechen CHAMPION's abweichender Beschreibung und sind von E. Voss als *forma nova „subdistincta"* benannt worden.

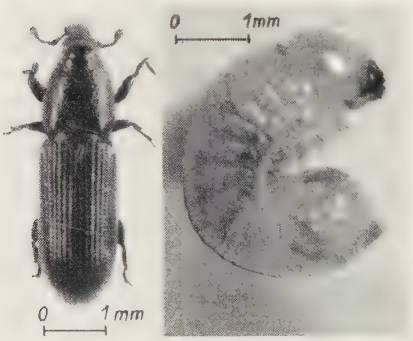



Abb. 38. Käfer und Larve *Cossonus xylophilus* Boh. *forma subdistincta* Voss

Die Käfer (Abb. 38) sind 3,8 .... 4,6 mm lang, ≈ 1 mm breit, flach und tiefschwarz. Die Larven (Abb. 38) haben einen deutlich abgesetzten schwach-gelblichen Kopf mit dunklen Mundwerkzeugen. Die Thorakaltergite tragen größere Borsten, die ventralen Wülste mehrere rötlich braune Borsten, von denen eine deutlich länger ist als die anderen. Auf den vorderen Abdominaltergiten stehen nur sehr feine Börstchen, während zum Körperende hin wieder längere Borsten vorhanden sind. Die Seitenwülste sind doppelt ausgebildet. Das letzte Abdominalsegment weist eine dorsale Ausstülpung auf. (Abb. 38.)

*Cossonus xylophilus* befällt bereits frisch von *Dendroctonus* abgetötete, von diesem noch besiedelte Stämme, aber auch längere Zeit abgestorbenes oder gefälltes Holz. Die Käfer scheinen das Kambium zu benötigen; die Larven dringen auch in das Holz ein. Der Larvenkot besteht aus holzfarbenen walzenförmigen Partikeln, die ungefähr 1½mal so lang wie dick und an den Enden gerundet sind. Sie haften auch bei dieser Art oft zu mehreren zusammen.

Von kleineren *Rhyncoli* wurden in *Pinus*-Arten eine von E. Voss (1953) neu beschriebene und eine andere für Guatemala neue *Tomolips*-Art (nicht aber die von CHAMPION angeführte *Tomolips quercicola* Boh.) sowie die eine für Guatemala bereits bekannte *Calyciforus*-Art gefunden.

*Tomolips bicalcarata* Woll. (=*T. asperatus* Woll.), vorher aus Mexiko bekannt, wurde im Osten, Westen und Norden der Kordillere bei Chocoios, Quelzaltenango und auf dem Cerro Calél in ≈ 2300 bis

≈ 3000 m Höhe in stehenden, von *Dendroctonus adjunctus* Bldf. abgetöteten, (z. T. noch Bastkäfer enthaltenden) Stämmen und an Stubben von *Pinus rudis* Endl. festgestellt. Die 4,2 . . . 4,8 mm langen, rundlichen schwarzen Käfer fraßen im Kambium und in den äußersten Holzschichten und waren an den Fundstellen nicht selten.

*Tomolips pinicola* Voss *(n. sp.)* wurde vom Verfasser in der Sierra de Chuacús und in der Sierra de las Minas zwischen ≈ 1600 und ≈ 2000 m, von F. Schwerdtfeger in den Montañas de las Nubes bei 1900 m gefunden. Die Art scheint also ein tiefer liegendes Verbreitungsgebiet zu haben als *T. bicalcarata*. Die kleinen, nur 2,4 . . . 2,8 mm langen, rundlichen, pechbraunen bis schwärzlichen Käfer lebten in der Siera de Chuacús und der Sierra de las Minas unter der Rinde kürzlich abgestorbener, z. B. auch vom Rodungsfeuer getöteter Kiefern, vermutlich *Pinus oocarpa* Schiede, die noch einen hohen Saftgehalt hatten. Sie waren einige Millimeter tief in das Holz eingedrungen. Anscheinend sind sie sehr feuchtigkeitsbedürftig; sie starben, aus dem Holz entnommen, in Glasröhren besonders rasch ab. F. Schwerdtfeger fand die Art in einer Holzgalle an einem Ast von *Pinus tenuifolia* Benth.

*Calyciforus inaequalis Champ.*, die einzige in Guatemala und Mexiko vorkommende Art der Gattung (Champion 1909), wurde als häufigste der drei *Rhyncoli* an verschiedenen Stellen des vulkanischen Hochgebirges und in der Sierra de las Minas gesammelt, und zwar vom Verfasser zwischen ≈ 2000 und ≈ 3000 m, von F. Schwerdtfeger in 2040 und 3200 m Höhe. Befallen waren *Pinus rudis* Endl., *P. pseudostrobus* Lindl. und wahrscheinlich auch *P. oocarpa* Schiede. Die 3,0 . . . 4,2 mm langen, rundlichen, schwarzen Käfer fraßen zahlreich im Kambium und in den äußeren Splintholzschichten toter, z. T. erst vor kurzem durch *Dendroctonus adjunctus* Bldf. abgetöteter Bäume. — Die Eier sind weiß, ≈ 1 mm lang und sehr schmal, gerade bis leicht gekrümmt. Die Embryonalentwicklung dauerte bei durchschnittlich ≈ 20° C zwei Wochen.

*Tomolips bicalcarata* Woll. und *Calyciforus inaequalis* Champ. waren von G. C. Champion in Laubholz beobachtet worden. Auch europäische Cossoninen leben sowohl in Laub- als auch in Nadelholzarten.

Erwähnt werden soll schließlich die Auffindung von *Heilipus (= Hilipus) phrynodes* Pasc. *(Hylobiinae)* in der Pazifik-Ebene bei Esquintla, da über die Lebensweise der *Heilipus*-Arten wenig bekannt ist. Die von Mexiko bis Panama verbreitete Art war in Guatemala noch nicht festgestellt worden. Ein Käfer entwickelte sich in einem nach Berlin mitgenommenen Stück eines Laubholzstubbens, das von Pilzen und Termiten zerstört war.

## IV. Geographische Verbreitung der in Guatemala gefundenen Arten

Es ist tiergeographisch interessant, die Verbreitung der auf der schmalen Landbrücke Zentralamerika vorkommenden Insektenarten zu vergleichen. Die Gruppe der beobachteten Holzfresser ist zwar für allgemeine Schlüsse viel zu klein, aber sie spiegelt dennoch schon das für dieses Gebiet Kennzeichnende wider. Trotz einiger Wiederholungen in einer vorbereiteten Darstellung der Arthropoden-Succession im *Pinus*-Holz in Guatemala soll hier die geographische Verbreitung der in der vorliegenden Arbeit genannten holzzerstörenden Insekten zusammengestellt und verglichen werden, da die meisten Termiten und verschiedene Coleopteren bei der „*Pinus*-Succession" nicht berücksichtigt werden können.

Geographische Verbreitung der in Guatemala gefundenen Termiten-Arten (x)

| Familie | Termiten-Art | Vorkommen der Arten in USA | Mexiko | Zentralam. außs. Guat. | Südamerika |
|---|---|---|---|---|---|
| *Calotermitidae* | *Calotermes immigrans* Snyder | — | — | x | x |
| | *Calotermes marginipennis* Latreille | — | x | — | — |
| | *Calotermes nigritus* Snyder | | — | — | — |
| | *Neotermes castaneus* Burmeister | x | x | x | x |
| | *Rugitermes unicolor* Snyder (*nova spec.*) | — | — | | — |
| | *Cryptotermes brevis* Walker | x | x | x | x |
| | *Cryptotermes cavifrons* Banks | x | x | x | — |
| | *Calcaritermes guatemalae* Snyder | — | — | x | — |
| *Rhinotermitidae* | *Heterotermes convexinotatus* Snyder | — | x | x | — |
| | *Heterotermes tenuis* Hagen | — | — | x | x |
| | *Coptotermes crassus* Snyder | — | x | x | — |
| | *Coptotermes niger* Snyder | — | — | x | x |
| *Termitidae* | *Amitermes beaumonti* Banks | — | x | x | — |
| | *Microcerotermes exiguus* Hagen | — | — | x | x |
| | *Termes panamaensis* Snyder | — | x | x | — |
| | *Rynchotermes perarmatus* Snyder | — | — | x | — |
| | *Nasutitermes corniger* Motschulsky | — | x | x | x |
| | *Nasutitermes ephratae* Holmgren | — | — | x | x |
| | *Nasutitermes nigriceps* Haldermann | — | x | x | x |
| | *Tenuirostritermes tenuirostris* Desneux | x | x | — | — |

Von 20 bis jetzt für Guatemala bekannten Termitenarten sind zwei vorläufig nur in diesem Land beobachtet worden. Von den übrigen Arten kommen 16 in anderen Teilen Zentralamerikas vor, 11 in Mexiko, 9 in Südamerika, 4 in USA. Im einzelnen zeigen sie folgende Verbreitung:

| | | |
|---|---|---|
| Von Guatemala bis Panamá | 2 Arten | = 10%, |
| von Guatemala bis Südamerika | 5 Arten | = 25%, |
| von Mexiko bis Panamá | 5 Arten | = 25%, |
| von Mexiko bis Südamerika | 4 Arten | = 20%, |
| von USA bis Südamerika | 2 Arten | = 10%, |
| von Guatemala bis Mexiko | 2 Arten | = 10%, |
| von Guatemala bis USA | 1 Art | = 5%. |

Zwei allgemeinere Ergebnisse lassen sich für die Isopteren Guatemalas feststellen: 1. Es gibt hier mehr Termiten mit einer weiten Verbreitung als Arten mit einem enger begrenzten Vorkommen. 2. Von Guatemala aus nach Süden sind mehr Termitenarten verbreitet als nach Norden zu, — eine bei dieser wärmebedürftigen Insektenordnung nicht verwunderliche Erscheinung. Nur eine in USA lebende Art hat ihre (fragliche) südliche Grenze in Guatemala, die anderen drei Arten kommen bis Südamerika oder Panamá vor; dagegen endet in Guatemala die Verbreitung von fünf in Südamerika auftretenden Termiten.

Unter 31 berücksichtigten Käferarten[22]), von denen nur 4 in tiefen, heißen Lagen gefunden wurden, sind 15 neu in Guatemala festgestellt; bei 6 von diesen handelt es sich um neubeschriebene Arten (1 nach Funden

[22]) Die von E. Voss neu beschriebene Form von *Cossonus xylophilus* ist dabei nicht mitgerechnet. Eine *Lyctus*-Art ist nur nach der Literatur angegeben, ohne 1951 gefunden zu sein.

Geographische Verbreitung der in Guatemala („G.") 1951 beobachteten holzzerstörenden Coleopteren-Arten (x)

| Familie | Coleopteren-Art | Neu für G. = o neue Art = ⊗ | Vorkommen der Arten in USA | Mexiko | Zentralam. außs. Guat. | Südamerika |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Buprestidae* | *Chalcophora brasiliensis* Obenb. | o | — | — | (x) | x |
| | *Chalcophora virginiensis* Drury | | x | x | — | — |
| | *Agrilus* schwerdtfegeri Obenb. | ⊗ | — | — | — | — |
| | *Chrysobothris* beckeri Obenb. | ⊗ | — | — | — | — |
| | *Chrysobothris basalis* LeC. | o | x | x | — | — |
| | *Euchroma gigantea* L. | | — | x | x | x |
| *Lyctidae* | *Lyctus planicollis* LeC. | o | x | x | — | — |
| | *Lyctus tomentosus* Rttr. | | - | | | — |
| *Anobiidae* | *Calymmaderus pupatus* Gorh. | | — | x | x | x |
| | *Calymmaderus throscoides* Gorh. | | — | - | x | — |
| *Cerambycidae* | *Callipogon barbatum* Fabr. | | — | — | x | — |
| | *Tetropium guatemalenum* Bates | | — | — | — | |
| | *Tetropium* opacum Franz | ⊗ | — | — | — | — |
| | *Tetropium* beckeri Franz | ⊗ | — | — | — | — |
| | *Astyochus tenebrosus* Bates | | — | — | — | — |
| | *Acanthocinus obliquus var. chihuahuae* Casey | o | — | x | - | — |
| | *Phrynidius echinus* Bates oder *P. singularis* Bates | | — | — | ? (x) | — |
| | *Cyllene erythropa* Chevr. | | — | x | — | — |
| | *Lagochirus araneiformis* L. | | x | x | x | x |
| *Scolytidae* | *Gnathotrichus sulcatus* LeC. | o | x | x | — | — |
| | *Pithyophthorus confusus* Bldf. | | — | - | — | — |
| | *Pithyophthorus nigricans* Bldf. | | — | x | | — |
| | *Xyleborus scopulorum* Hopk. | o | x | (x) | — | - |
| | *Hylocurus* beckeri Hequ. | ⊗ | — | — | — | — |
| *Platypod.* | *Platypus quadridens* Schedl | o | — | x | — | — |
| *Curculionidae* | *Cossonus sargi* Champ. | | — | - | — | — |
| | *Cossonus xylophilus* Boh. *forma typica* | | — | x | — | |
| | *Cossonus xylophilus* Boh. *forma subdistincta* Voss | o | — | — | — | - |
| | *Tomolips bicalcarata* Woll. | o | — | x | — | — |
| | *Tomolips pinicola* Voss | ⊗ | — | - - | — | — |
| | *Calyciforus inaequalis* Champ. | | — | x | — | - - |
| | *Heilipus phrynodes* Pasc. | o | — | x | x | — |

von F. Schwerdtfeger). Von den 31 Käfern sind nicht weniger als 11 auf Guatemala beschränkt (oder nur hier beobachtet worden). Zugleich in anderen Staaten Zentralamerikas sind 7 weitere Arten bekannt; 16 kommen in Mexiko vor, 6 in USA, 4 in Südamerika.

Die Coleopteren-Arten sind im einzelnen folgendermaßen verbreitet (soweit bisher Fundangaben über sie aus den zum Teil noch wenig durchforschten Ländern vorliegen):

Von Guatemala bis Panamá 2 Arten = 6%,
von Guatemala bis Südamerika 1 Art = 3%,
von Mexiko bis Panamá 1 Art = 3%,

| | | |
|---|---|---|
| von Mexiko bis Südamerika | 2 Arten | = 6%, |
| von USA bis Südamerika | 1 Art | = 3%, |
| von Guatemala bis Mexiko | 8 Arten | = 26%, |
| von Guatemala bis USA | 6 Arten | = 19%, |
| nur aus Guatemala bekannt | 11 Arten | = 35%. |

Während bei den Termiten die neotropischen Arten und solche mit einer weiten Verteilung überwiegen, sind die Verhältnisse bei den beobachteten holzzerstörenden Käfern gerade umgekehrt. 1. Ein Drittel der Käfer (gegenüber einem Zehntel bei den Termiten) ist bisher lediglich aus Guatemala bekannt. Etwas mehr als ein Viertel ist bis auf Mexiko ausgedehnt. Nur einzelne Arten haben eine größere geographische Verbreitung. — 2. Fast die Hälfte der aufgefundenen Holzkäfer ist nearktischer Herkunft, sogar ein Fünftel der Arten reicht bis USA, während nur zwei Arten gleichzeitig in Südamerika vorkommen.

Natürlich sind diese Unterschiede in der geographischen Herkunft oder Verbreitung zwischen Termiten und Coleopteren im wesentlichen dadurch bedingt, daß die ersteren vorzugsweise in den heißen „tropischen" Landesteilen leben, während die Käfer zum größeren Teil in den kühleren Hochgebirgsgebieten gesammelt worden sind, wo z. B. die im *Pinus*-Holz gefundenen Scolytiden und Cossoninen sämtlich nördlicher Herkunft oder auf Guatemala beschränkt sind.

Lägen mehr Käferfunde aus niedrigeren Lagen vor, würde sich das Bild gewiß verschieben. Aber auch von den wenigen hier berücksichtigten Arten aus der pazifischen Küstenebene oder mittleren, heißen Gebirgsteilen sind zufällig mehr nach Norden als nach Süden zu verbreitet.

So zeigt bereits diese kleine Zahl von rd. 50 holzzerstörenden Insekten das eingangs angedeutete kennzeichnende Bild der Fauna und Flora Guatemalas: Die tieferen Landesteile besitzen eine tropische, mit Südamerika verbundene Tier- und Pflanzenwelt; auf den Gebirgszügen aber reichen nearktische Arten mit ihrer Verbreitung bis nach Zentralamerika hinein; die besonderen Verhältnisse in diesen Tropengebirgen haben hier weiterhin zur Ausbildung zahlreicher endemischer Arten geführt.

## V. Durchgeführte Schutzmaßnahmen

In Guatemala werden nur sehr wenig Schutzmaßnahmen gegen Holzzerstörungen durchgeführt.

Der beste Weg in diesem Lande, der teilweise mit Erfolg beschritten wird, ist, Holzarten zu verwenden, die von Natur aus gegen Termiten und andere Insekten geschützt sind. Guatemala besitzt eine größere Zahl derartiger Laubhölzer, und auch die Eingeborenen errichten in den nördlichen Regenwaldgebieten, in denen diese Holzarten vorkommen, ihre Ranchos daraus. Der Transport dieser Hölzer in die anderen, ebenfalls von Termiten bedrohten Teile des Landes ist nicht üblich, da er mit Kosten verbunden ist.

Ein chemischer Schutz wird nur bei den Telegraphenleitungen angewandt, aber in völlig unzureichender Weise. Die Maste werden an dem im und dicht über dem Erdboden befindlichen unteren Teil und am Kopfende mit einem braunen Petroleumrückstand angestrichen. Die dabei erreichte Eindringtiefe dieses Präparates, dessen pilzwidrige Eigenschaften und Wirksamkeit gegen Insekten nicht bekannt sind, ist so gering, daß

selbst höchstwirksame Präparate versagen müßten. Die Verlängerung der Lebensdauer der Maste durch diese Behandlung kann vielleicht ein bis höchstens drei Jahre betragen. — Ein zweckmäßiges Vorgehen ist es, daß man für Leistungsmaste in Guatemala nach Möglichkeit Zypressenholz verwendet, das eine bessere natürliche Widerstandsfähigkeit gegen Pilze und Insekten besitzt als die *Pinus*-Arten und *Abies*.

In den Gebieten, in denen durch Termitenfraß die Maste besonders rasch zugrunde zu gehen pflegen, verwendet man in zunehmendem Umfang aus USA eingeführte Eisenmaste. Diese sind jetzt nicht nur schon in den Küstengebieten üblich, sondern ersetzen immer mehr Holzmaste z. B. auch in der Hauptstadt. Da die Eisenmaste sehr teuer sind und ebenfalls der Pflege bedürfen, wäre es für ein holzreiches Land wie Guatemala einfacher und billiger, zu einem chemischen Schutz überzugehen. Diese Holzschutzmaßnahmen sollten sich nicht auf das Energie- und Fernmeldewesen beschränken, sondern ebenso im Verkehrswesen und im Hochbau üblich werden; denn der laufende Holzverlust durch Termiten und andere Insekten sowie holzzerstörende Pilze ist außerordentlich groß und sollte angesichts der ständigen Verminderung des Waldanteils und der Ergiebigkeit besonders der Nadelwälder auch in einem noch immer holzreichen Land wie Guatemala nicht übersehen werden.

## VI. Zusammenfassung

Die wichtigsten holzzerstörenden Insekten in Guatemala sind Termiten. Es sind nun 8 *Calotermitidae*-, 4 *Rhinotermitidae*- und 8 *Termitidae*-Arten für dieses Land bekannt.

Am verbreitetsten und schädlichsten sind *Cryptotermes brevis* Walker („Westindische Trockenholztermite"), deren Verbreitung erst zwischen 2200 und 2400 m Höhe endet, *Heterotermes convexinotatus* Snyder, *Heterotermes tenuis* Hagen, *Coptotermes crassus* Snyder, *Coptotermes niger* Snyder, *Nasutitermes corniger* Motschulsky, die von den *Termitidae* anscheinend am höchsten ins Gebirge hinaufgeht und die in der Hauptstadt vorkommt, *Nasutitermes ephratae* Holmgren und *Nasutitermes nigriceps* Haldermann, die in den heißen Gebieten weit verbreitet ist.

Einige nähere Angaben sind außerdem für *Termes panamaensis* Snyder, eine ebenfalls häufige Art, gemacht.

*Rugitermes unicolor* Snyder wurde als neue Termitenart gefunden.

Es werden das Aussehen der Arten, die untersucht werden konnten, und die Form ihrer Nestbauten beschrieben, Beobachtungen über Vorkommen, Lebensweise und Schädlichkeit zusammengestellt und die wichtigsten Angaben des Schrifttums wiedergegeben.

Von anderen holzzerstörenden Insekten werden nur Käfer berücksichtigt. Die Beobachtungen sind bis auf Ausnahmen auf das Holz von *Pinus*-Arten im Gebirge oberhalb von 2000 m beschränkt. Aus diesem Gebiet gab es kaum biologische Angaben. Von 31 aufgeführten Arten sind 15 neu für Guatemala, 6 neubeschrieben worden.

Für mehrere Buprestiden, 1 *Lyctus*-Art, 2 Anobiiden, 9 Cerambyciden, 5 Scolytiden, 1 *Platypus*-Art und 6 Curculioniden werden die Käfer und zum Teil ihre Entwicklungsstadien und ihr Fraßbild, ihr Vorkommen und ihre Lebensweise beschrieben, und ihre Bedeutung als Holzschädling wird gekennzeichnet.

Ausführlicher behandelt sind: 2 *Calymmaderus*-Arten, *Callipogon barbatum* Fabr., 3 *Tetropium*-Arten, *Astyochus tenebrosus* Bates, *Gnathotrichus sulcatus* LeC., *Xyleborus scopulorum* Hopk., *Hylocurus n. spec.*, *Platypus quadridens* Schedl, *Cossonus sargi* Champ., *Cossonus xylophilus* Boh., *Tomolips bicalcarata* Woll. und *T. pinicola* Voss sowie *Calyciforus inaequalis* Champ.

Während die meisten Termitenarten Guatemalas außerhalb des Landes über ein weites Gebiet verbreitet sind und sich besonders nach Süden hin ausdehnen, ist die Mehrzahl der im Hochgebirge beobachteten holzfressenden Käfer auf ein enges Vorkommen beschränkt, und Arten mit nördlicher Herkunft überwiegen. Das Beispiel der rd. 50 berücksichtigten Holzinsekten zeigt kennzeichnend das Zusammentreffen nearktischer und neotropischer Arten neben zahlreichen endemischen Formen in Guatemala.

Außer der Verwendung termitenfester Holzarten in deren Wuchsgebiet werden bisher Holzschutz-Maßnahmen nur an Leitungsmasten, aber hier in völlig unzureichender Weise, durchgeführt.

## VII. Literaturverzeichnis


BÄRNER, J.: Die Nutzhölzer der Welt. Bd. I-III. Neudamm 1942-43.

BATES, H. W.: *Longicornia.* Biol. Centr. Amer., Coleopt. V (1879-86).

BECKER, G.: Bestimmung von Insektenfraßschäden an Nadelholz. Z. ang. Entomol. 31 (1949) 275-303.

— — Ausdehnung und Ablauf der *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Z. ang. Entomol. 33 (1951) 186-209.

— — Die *Dendroctonus*-Kalamität in Guatemala. Trans. IX. Intern. Congr. Entomol., Vol. 1 (1952) 682-687.

— — Cerambyciden-Fraßbild von bemerkenswerter Form. Z. ang. Entomol. 35 (1953) 158-163.

— — Beiträge zur Kenntnis der *Dendroctonus*-Arten in Guatemala. Z. ang. Entomol. (1954). Im Druck.

BLACKWELDER, R. E.: Checklist of the Coleopterous Insects of Mexiko, Central America, the West Indies, and South America. Part I-V. Washington 1944-1947.

BLANDFORD, W. F. H.: Fam. *Scolytidae.* Biol. Centr. Amer., Coleopt. IV/6 (1895) 81-298.

CHAMBERLIN, W. J.: The Bark and Timber Beetles of North America, North of Mexico. 513 pp., published by O.S.C. Cooperative Association, Corvallis Oregon 1939.

— — Insects Affecting Forest Products and Other Materials. 159 pp. Published by O.S.C. Cooperative Association Corvallis, Oregon 1949.

CHAMPION, G. C.: *Rhynchophora, Curculionidae.* Biol. Centr. Amer., Coleopt. V/7 (1909-10).

DIETZ, H. F. u. SNYDER, T. E.: Biological Notes on the Termites of the Canal Zone and Adjoining Parts of the Republic of Panama J. Agric. Res. 26 (1924) 279-302.

ESCHERICH, K.: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. II. Berlin 1923.

FRANZ, E.: Z. ang. Entomol. (1954) Im Druck.

GORHAM, H. S: *Malacodermata.* Biol. Centr. Amer., Coleopt. III/2 (1880-86).

HEQUIST, K.-J.: Eine neue *Hylocurus*-Art aus Guatemala. Entomol. Tidskr. (1954) Im Druck.

LIGHT, S. F.: Termites of Western Mexico. Univ. Calif. Publ. Ent. 6 (1933) 79-164.

— — The Termite Fauna of Mexico and its Economic Significance. In: C. A. Kofoid u. a. Verff., Termites and Termite Control. 2. Ed. Berkeley 1946; 334-339.

LIGHT, S. F. u. PICKENS, A. L.: American subterranean Termites, their Classification and Distribution. Desgl. 150-56.

KEEN, F. P.: Insect Enemies of Western Forests. U. S. Dept. Agric. Misc. Publ. No. 273, Rev. Ed. Washington 1952.

OSHIMA, M.: Formosan Termites and Methods of Preventing their Damage. Philipp. J. Sci. 15 (1919) 319-384.

PERRY Jn., J. P.: Pine Bark Beetles of Central Mexico. Unasylva 5 (1951) 158-165.

SAPPER, C.: Das nördliche Mittelamerika. Braunschweig 1897.

— — Über Gebirgsbau und Boden des nördlichen Mittelamerika. Gotha 1899.

Schimitschek, E.: *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* F.: Ein Beitrag zu der Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. Z. ang. Entomol. 15 (1929) 223-334.
Schwerdtfeger, F.: *Buprestidae (Col.)* an *Pinus*-Arten in Guatemala. Z. ang. Entomol. 35 (1953) 164-167.
— — *Curculionidae (Col.)* an *Pinus*-Arten in Guatemala. Z. ang. Entomol. (1954) Im Druck.
— — Die Kiefernarten Guatemalas. Unveröffentlichter Bericht.
Snyder, T. E.: New Termites from Hawaii, Central and South America, and the Antilles. Proc. U. S. Nat. Mus. 61 (1922) 1-32.
— — Description of New Species and Hitherto Unknown Castes of Termites from America and Hawaii. Proc. U. S. Nat. Mus. 64 (1924) 1-40.
— — The Termite Fauna of the West Indies and its Economic Significance. In. C. A. Kofoid u. a. Verff., Termites and Termite Control. 2. Ed. Berkeley 1946, 340-1.
— — A Small, Dark-Coloured New *Kalotermes* from Guatemala. Proc. Ent. Soc. Wash. 48 (1946) 158-160.
— — Our Enemy the Termite. Rev. Ed. Ithaca, N.-Y. 1948.
— — Catalog of the Termites *(Isoptera)* of the World. Smiths. Misc. Coll. Vol. 112 (1949) 1-490.
— — A New *Rugitermes* from Guatemala *(Isoptera, Kalotermitidae)*. Proc. Ent. Soc. Wash. 54 (1952) 303-5.
Snyder, T. E. u. Zetek, J.: Damage by Termites in the Canal Zone and Panama and How to Prevent it. U. S. Dept. Agric. Dep. Bull No. 1232 (1924) 1-25.
Swaine, J. M.: Canadian Bark-Beetles. Part II. A Preliminary Classification, with an Account of the Habits and Means of Control. Can. Dept. Agric., Ent. Br., Bull. No. 14 (1918) 1-143.
Voss, E.: Bemerkungen zu einigen in Guatemala gesammelten Cossoninen *(Coss. Cur.)*. Beitr. z. Entomol. 4 (1953).
Weidner, H.: *Isoptera*, Termiten, weiße Ameisen. In: Sorauer-Blunck, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, IV/1 (1949) 353-373.
Wolcott, G. N.: Termite Repellents: A Summary of Laboratory Tests. Univ. Puerto Rico Agric. Exp. Sta. Bull. No. 73 (1947) 1-18.
— — An Index to the Termite-Resistance of Woods. Univ. Puerto Rico Agric. Exp. Sta. Bull. No. 85 (1950) 1-26.

# Biocönotik und angewandte Entomologie

Eine Kritik

von

K. Friederichs

Obige Überschrift hat eine Abhandlung von W. Schwenke in „Beiträge zur Entomologie" 3, 1953. Darin wird mitgeteilt, die Stagnation der Biocönotik müsse überwunden und der Weg geebnet werden für eine Verschmelzung der Biocönotik mit der angewandten Entomologie. Im Untertitel wird die Abhandlung als ein Beitrag zur Schaffung einer biocönotischen Entomologie bezeichnet. Hiernach also gäbe es dergleichen bisher nicht. Dabei wissen wir doch alle, daß die Arbeit daran etwa mit diesem Jahrhundert begonnen hat. Es seien nur einige der am stärksten daran beteiligten Autoren, mit einer Ausnahme nur deutsche, genannt: K. Escherich (Arbeiten über das biologische [biocönotische] Gleichgewicht und über die Bedeutung des Mischwaldes gegen die Forstschädlinge), C. C. Adams[1]), K. Friederichs[2]), F. Schwerdtfeger (Gradocön), W. Herold (Heckenfauna), W. Tischler (Heckenfauna, Agrarökologie). F. Schwangart[3]) hat 1911 gar Vorschläge zur Schaffung einer geeigneten Biocönose in den Rebgärten der Pfalz gemacht. Auch die Versuche und Vorschläge von B. Schaerffenberg zur Humusfrage[4]) sind biocönotisch gemeint und u. E. die wichtigsten neueren Ideen zur angewandten Entomologie. Die meisten dieser Arbeiten werden in jener Abhandlung im Literaturverzeichnis zitiert, über ihre Wertung von seiten des Verfassers nachher.

Es ist nichts Ungewöhnliches, daß denjenigen, die eine Entwicklung nicht miterlebt haben, eine verstärkte Bedeutung einer bestimmten Arbeitsrichtung als etwas „Neues" erscheint, so z.B. das, was man als den „organischen Gedanken" im Pflanzenschutz bezeichnen könnte, der neuerdings an Bedeutung in der Forschung darin gewinnt gegenüber der Therapie, m. a. W. die ganzheitliche Betrachtungsweise.

Der Verfasser dieser Kritik hat sich in seinem Werk von 1930 bemüht, systematisch die ökologischen, also auch die biocönotischen Grundlagen für die angewandte Entomologie zu schaffen, aber er hat nie an Verschmelzung von Biocönotik und Entomologie gedacht. Unmöglich kann ja die letztere in der Biocönotik aufgehen, da sie eine Reihe anderer Gesichtspunkte von gleicher Wichtigkeit hat, besonders den

1) Besonders in Smithson. Rep. for 1917 (1919).

2) Die Bedeutung der Biocönosen für den Pflanzenschutz i. Ztschr. ang. Ent. 12, 1927, Grundfragen 1930, Ökologie als Wissenschaft von der Natur 1937, Pflanzenhygiene u. Pflanzentherapie, i. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. 48, 1938.

3) Verh. Ges. deut. Naturforscher u. Ärzte 1911 (1912) u. in Naturw. Ztschr. f. Forst- u. Landwirtsch. 13, 1915, Ref. i. Ztschr. ang. Ent. 4, S. 376 ff.

4) Biocönotische Regelung durch Humifizierung, 1. Die gesunde Pflanze 4, 1952, u. Die Möglichkeiten einer Maikäferbekämpfung mit Hilfe von Mykosen i. Anz. f. Schädlingskde. 25, 1925. — Biologische Gleichgewichtsstörungen im Boden und ihre Folgen, i. Z. f. a. E. 35, 1953.

physiologischen (ohne daß deshalb jemand an Verschmelzung mit der Physiologie denkt) und den der chemischen Bekämpfung, die zwar ein Übel, aber ein unvermeidliches, nur einzuschränkendes ist.

Schwenke äußert, die biocönotischen Gesichtspunkte hätten noch keine allgemeine Anwendung in unserer Wissenschaft gefunden, erstens, weil noch immer keine Klarheit über Aufgabenbereich, Begriffe und Methodik der biocönotischen Forschung, trotz Häufung entsprechender Arbeiten, bestehe, und zweitens, weil diese sich auf Nebengeleisen bewegten. In erster Hinsicht hat von den Neueren W. Tischler in seinem Buch von 1949 nicht ohne wesentliche Förderung der Sache sich bemüht. Es ist freilich notwendig sich klar zu machen, daß, wegen faktischer offizieller Unterbewertung dieser Arbeitsrichtung, der deutsche Beitrag hierzu unverhältnismäßig weit hinter dem amerikanischen zurückgeblieben ist. In Amerika wird „Ökologie" groß geschrieben, bei uns ist sie praktisch ein „Nebengeleis" der Biologie. Und damit kommen wir zu der Meinung, daß sie selbst sich auf Nebengeleisen bewege.

Wenn Tischler bei der Aufstellung seiner biocönotischen Konnexe oft die Beziehungen nur ungenau angeben und veranschaulichen kann, z. B. die vielseitigen Korrelationen von Schlupfwesen, oder wenn er sich auf die Nennung von Gruppen statt von Arten beschränken muß, so ist das ein v o r l ä u f i g e s Schema, das der genaueren Untersuchung Aufgaben stellt. Es ist im Grunde noch das, was Schwenke „Inventarforschung" nennt, wobei auch er von Dominanten ohne Determination aller Arten spricht.

Schwenke hat sicherlich darin recht, daß der Pflanzenschutz ein Interesse daran hat, nicht nur die Pflanzenvereine, sondern auch die Tiervereine und den Zusammenhang beider miteinander und in sich kennen zu lernen. Ob die angewandte Entomologie sich diese Kenntnis selbst verschaffen kann? Dies ist eine Frage ausreichender Organisation. Vor vielen Jahren versuchte der Verfasser diese in Form eines entsprechenden Institutes der damaligen Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zu begründen, scheiterte aber an der erwähnten Unterschätzung der Ökologie. Sonst wären wir weiter in der „Bioökologie" (Clements) und der „Landschaftsbiologie".

Eine große Schwierigkeit für Biocönotik liegt in der auch von Schwenke erwähnten Subjektivität ihrer Begriffe und Ausdrücke bei den einzelnen Autoren[1]). Sie ist schwer zu vermeiden, weil Ökologie in erster Linie Synthese und diese allemal etwas subjektiv ist; die vielfach ineinander verschlungenen Beziehungen können eben verschieden beschrieben werden. Hierzu könnte viel Erkenntnistheoretisches gesagt werden. Schwenke verfährt nicht anders, indem er sehr vieles Geltende über den Haufen zu werfen versucht. Es gibt zur Vermeidung der Subjektivität neben der persönlichen Erfahrung, die Willkür der Konstruktionen einschränkt, nur die Disziplin gegenüber geltenden Begriffen und Ausdrücken, soweit sie nicht wirklich verbesserungsbedürftig sind. Bei unserem Autor findet wenig von dem Bisherigen Gnade; in seinen diesbezüglichen Vorschlägen ist Berechtigtes, Fortschrittliches enthalten und es würde an dieser Stelle viel zu weit führen, es Schritt für Schritt zu erörtern; wir müssen uns auf einiges beschränken.

---

[1]) Wobei auch die Nationalität bzw. Sprache des Autors eine Rolle spielt. So nannte Tansley (1935) „ecosystem", was der Verfasser 1930 Holocön genannt hatte.

Das Holocön oder Ökosystem will SCHWENKE durch „Biocönose" ersetzen, den Begriff „Biocönose" also auf die unbelebte Umwelt, die mit dem Holocön verbunden ist, ausdehnen. Die Ablehnung dieses Radikalismus zu begründen brauchen wir uns keine Mühe zu geben. Wohl versteht man unter „Wald" sowohl die Gemeinschaft der Bäume und anderen Lebens darin als auch den Boden und die Waldluft, damit aber zugleich einen Landschaftsbestandteil. Meint man das Gesamtleben in diesem, die Biocönose, so geht das aus dem Zusammenhang hervor. Was aber würde die Forstökologie, die Pflanzenökologie überhaupt, dazu sagen, wenn sie nicht mehr zwischen Lebensgemeinschaft und Biotopie unterscheiden sollte? Man hat es bei solcher Ausdehnung des Biocönose-Begriffs mit einem Exzess jener Subjektivität zu tun, von der wir sprachen.

Entsprechend seiner Gleichsetzung von Biocönose und Holocön will SCHWENKE die Einteilung in Biocön und Abiocön (FRIEDERICHS) nicht gelten lassen, von denen jedes ein System von Faktoren bildet und beide zusammen ein größeres. Aber er spricht andererseits von Gleichgewicht der Arten im Verhältnis zueinander. Dem Verfasser (FRIEDERICHS) ist es seit etwa zehn Jahren klar, daß die Lebensgemeinschaft ein derart offenes System ist, daß von außen her dauernd abiotische Einflüsse entscheidend hineinfunken und das „Gleichgewicht der Arten", die Populationsdynamik mindestens gewisser Arten beeinflussen. Dieses „Gleichgewicht" beruht also nicht allein auf korrelativen Beziehungen der Arten, sondern auf dem gesamten Komplex des Holocöns, insbesondere auf meteorologischen Einflüssen, auf edaphischen nur insoweit, als sie, die lange konstant sind, meteorologisch wechselnd beeinflußt werden. Das „biologische Gleichgewicht" ist also das Resultat des Gesamtwiderstandes gegen die Vermehrung im Holocön.

Die Analyse muß aber zwischen abiotischen und biotischen Faktoren unterscheiden[2]). Beide Arten von Faktoren sind unter sich systemartig verbunden und die beiden Systeme miteinander in gleicher Weise; sie wirken ökologisch untrennbar zusammen. Die Gegenüberstellung von Abiocön und Biocön ist dementsprechend eine formale. Wenn aber ein „Ökosystem" dargestellt werden soll, so muß forschungspraktisch allemal zunächst der Biotop, die physiographischen Verhältnisse, beschrieben werden und dann die Lebensgemeinschaft. „Abiocön" und „Biocön" sind mit Biotop und Biocönose identisch, unterstreichen aber (in Entsprechung zu Holocön), daß sie Komplexe sind. Auf den Ausdruck „Biocön" könnte man natürlich verzichten, wenn man es will, er ist nur ein Gleichklang mit Abiocön.

SCHWENKE betont, daß jede Pflanze, jeder Pflanzenteil, jedes Tier, Tiernest usw. L e b e n s r a u m für andere Lebewesen sei, z.B. (die Beispiele sind von uns gewählt) Blätter für Milben, Blüten für Bienen, ein Gefieder für Federlinge. Der Biotop sei also nicht die Einheit der abiotischen Faktoren. Das stimmt, wenn man unter „Biotop" alle Lebensstätten versteht. Meint man aber damit die physiographische Umwelt des Lebens und unterscheidet davon die belebte, gleichviel welcher Art die Beziehung dazu ist, so bleibt der Biotop, was er war. Eine Berichtigung von seiten jenes Verfassers aber liegt insofern wirklich vor, als sich zeigt, daß die H a b i t a t s —

[2]) Siehe KUBIENA, Entwicklungslehre des Bodens, Wien 1948, auch die Meteorologie hat längst die ganzheitliche Auffassung der Atmosphäre.

um solche handelt es sich bei den obenerwähnten kleinen Lebensräumen, die selbst Lebewesen oder Teile solcher sind — nicht nur Elemente des Biotops, sondern auch Elemente des Holocöns sind.

Daß Schwenke sich mit dem Begriff Holocön nicht befreunden kann, liegt daran, daß er es durch die Biocönose ersetzen will und den Begriff Biotop dem Biocönosebegriff unterordnet, was unmöglich ist. Auch durch den (später entstandenen) Ausdruck „Ökosystem" kann „Holocön" nicht ersetzt werden, weil Ökosystem sowohl Organismus-Umwelt-System als auch Lebensgemeinschaft-Umwelt-System bedeuten kann. Das Holocön aber ist eindeutig das Lebensgemeinschaft-Umwelt-System.

Es ist vernünftig, daß in der Abhandlung, von der wir sprechen, der Vergleich der Biocönose mit einem Organisums nicht mehr erwähnt wird, obgleich er in der Ökologie in den USA noch eine gewisse Rolle, jedenfalls bei Clements, zu spielen scheint. Widerlegt wurde diese Auffassung 1930 von Friederichs, auch später von Tansley[3]). Aber Lebensgemeinschaft und Holocön, auch kleinere Kollektive, wie ein Ameisenhaufen oder das Leben im Boden mit diesen zusammen, sind Organisationen in einem Sinne, der ganz dem entspricht, wie er in der Soziologie des Menschen gebraucht wird. Auch da sind Lebewesen allein oder solche und Einrichtungen, Elemente, wie in der natürlichen Organisation Lebewesen und unbelebtes, das zu ihrer Verfügung steht. Auch hiergegen also richtet sich jene Polemik zu unrecht. Daß der Begriff „Organisation" erforderlich ist, kann man besonders an den vorhin angeführten Beispielen erkennen. Der „Boden" ist zweifellos ein Kollektiv; man hat ihn auch als „lebend" bezeichnet, weil lebende Bestandteile zu diesem Kollektiv in einer keineswegs nebensächlichen Weise gehören; diese Qualifizierung ist offenbar schief, aber eine „Organisation" liegt vor. Genau so liegt es mit dem Ameisenhaufen; der Bau bildet eine Einheit mit dem ihm bewohnenden Volk, ohne doch im ganzen zu leben. Lebensvereine sind beide nicht, sondern nur der lebende Bestandteil ist es, so auch die Lebensgemeinschaft, die als Kollektiv eine Organisation ist. „Lebenskollektiv" ist freilich dasselbe, doch wird man geneigt sein, dabei nur an lebende Elemente zu denken.

Schwenkes Ablehnung der „Biocönose des Kornfeldes" u. dgl. ist berechtigt. Auch daß die Biocönose keine (echte) Ganzheit sei, ist zutreffend, und man soll den Ausdruck „Ganzheit" für bloße Systeme durch Korrelation, wie es die Biocönose und das Holocön sind, vermeiden. Nicht richtig aber ist, nebenbei bemerkt, wenn echte Ganzheiten als kausal-analytisch zu analysieren bezeichnet werden. Es liegt gerade in ihrem Wesen, daß sie dessen nicht fähig sind, denn die ihnen eigene „Gestalt" beruht nicht auf Eigenschaften ihrer Elemente. Das Lebendige als Ganzes, als Gestalt[4]) z. B. ist nicht das Werk der Mechanismen und nicht durch Zerlegung in solche wesenhaft und vollständig zu erklären — grundsätzlich nicht. „Entelechial" hat der Verfasser dieses die Biocönose niemals aufgefaßt, aber ein ungeschickter Ausdruck („ordnende Macht", 1928, S. 142) konnte diesen Eindruck erwecken; gemeint war dies nur als eine Form der Beschreibung. Es ist

[3]) Die Entwicklung ging leider infolge der Verschiedenheit der Sprache hier und dort unabhängig vor sich, die Priorität aber ist klar.

[4]) Außer den Lebewesen als Gestalt-Ganzheiten und den psychischen Gestalten gibt es weitere vielleicht gar nicht.

lange her und nicht alles konnte vollkommen sein; es war alles noch im Aufbau. Viel Mißverständnis ist aus jener Ausdrucksweise entstanden, das hoffentlich hiermit sich erledigt.

Wir wollen es damit genug sein lassen, die allgemeine Auseinandersetzung über diese Dinge geht ja von vielen Seiten her weiter. Indem wir manches in der Schrift, von der wir sprechen, einer Kritik oder Gegenkritik unterziehen mußten, erkennen wir zugleich die angestrebte und in mancher Hinsicht erreichte Gediegenheit der Darstellung und den Elan ihres Verfassers an, der freilich vielleicht zu plötzlich aufs Ganze geht. Seine Arbeit wird, wie in dieser Kritik, ernstliche Beachtung und Würdigung finden, auch wenn Gegenseitigkeit nicht voll gegeben ist. Gewiß ist es notwendig, daß mit der Einbeziehung der Biocönotik in die angewandte Entomologie als eine ihrer vielen Hilfswissenschaften viel mehr Ernst gemacht und daß dies von seiten der dazu berufenen Institutionen viel mehr als bisher gefördert wird, und deshalb sind die Publikationen von F. SCHWENKE zu begrüßen, aber mit den Einschränkungen, die wir erwähnten.

# Referate

**Sorauer, Paul,** Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Bd. V: Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen, 2. Teil, 5. Aufl., herausgegeben von H. Blunck. 320 S. mit 89 Abb. Verlag Paul Parey, Berlin. Preis geb. 80,— DM.

Im „Handbuch der Pflanzenkrankheiten" besitzt die deutsche Pflanzenschutzforschung ein Standardwerk der Weltliteratur, das ohne regionale Begrenzung eine zusammenfassende, gut geordnete Übersicht unserer heutigen Kenntnisse über das Gesamtgebiet der Pflanzenkrankheiten und der Pflanzenschädlinge gibt. Die Neuauflage des ganzen Werkes ist auf 6 Bände in jeweils mehreren selbständigen Lieferungen berechnet. Daß die Mehrzahl der Bände schon in der 5., einige sogar schon in der 6. Auflage vorliegen, zeugt von dem Wert des Handbuches, das für die Pflanzenschutzforschung unserer Tage ein unentbehrliches Nachschlagewerk geworden ist.

Den umfangreichsten Teil des Handbuches nehmen die tierischen Pflanzenschädlinge ein. Ursprünglich noch von Reh bearbeitet, sind sie in der neuen Auflage von Blunck unter Heranziehung zahlreicher Spezialisten für die einzelnen Gruppen herausgegeben, was bei der Fülle der Formen und neuen Forschungsergebnissen unvermeidlich war. Doch hat die Einheitlichkeit des Gesamtwerkes nicht wesentlich darunter gelitten. — Die vorliegende Lieferung des V. Bandes umfaßt die Insektenordnungen der Zweiflügler (in einer guten Bearbeitung von Hennig) und jene der Hautflügler, unter denen besonders die Bearbeitung der Holzwespen, Blattwespen, Gallwespen und Ameisen hervorzuheben ist. Die „Nützlinge" sind der Anlage des Werkes entsprechend nicht aufgenommen. Das ist im Hinblick auf ihre Einsatzmöglichkeiten für biologische Bekämpfungszwecke zu bedauern, war aber kaum zu umgehen, um die gebotenen Grenzen des Gesamtumfanges nicht zu überschreiten. Alles in allem kann man Herausgeber und Mitarbeiter zu der gelungenen Neuauflage nur beglückwünschen. — Z.

**Kotte, W.,** Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung. 2. neubearb. Aufl. 288 S. mit 186 Abb. und 8 Farbtafeln. Verlag Paul Parey, Berlin. Preis geb. 27,— DM.

Im vorliegenden Werk, dessen erste während des Krieges erschienene Auflage rasch vergriffen war, hat Kotte seine langjährigen und gründlichen eigenen Erfahrungen über Gemüsebauschädlinge unter eingehender Berücksichtigung des einschlägigen Schrifttums dargestellt und damit zugleich erstmalig eine vorbildliche zusammenfassende Bearbeitung des Gegenstandes in deutscher Sprache herausgebracht. Sie ist sowohl für den Fachvertreter des Pflanzenschutzes wie auch für den praktischen Gemüsebauer bestimmt. Darüber hinaus gehört das Werk zum literarischen Rüstzeug jedes Forschers, der mit Gemüsebauschädlingen zu tun hat. Neben pflanzlichen und tierischen Schädlingen werden Viruskrankheiten (die im Gemüsebau eine wesentliche Rolle spielen) und ihre Überträger sowie Schäden durch Einflüsse der unbelebten Umwelt behandelt. Die Darstellung des Stoffes ist übersichtlich, einfach und klar und ermöglicht im allgemeinen eine sichere Bestimmung von Krankheitsursachen und -erregern. Die Bekämpfungsmaßnahmen sind auf den neuesten Stand gebracht und — den vorwiegend praktischen Zielen des Buches entsprechend — besonders eingehend gewürdigt. Sowohl Kleingartenbetrieb wie auch Groß- und Feldgemüsebau sowie Gewächshauskulturen werden berücksichtigt. Ein Bestimmungsschlüssel bildet den Abschluß. Bei der erheblichen wirtschaftlichen Rolle des Gemüsebaues ist Kotte's Buch weiteste Verbreitung zu wünschen. — Z

**Braun, H. und Riehm, E.** Krankheiten und Schädlinge der Kulturpflanzen und ihre Bekämpfung. 7. Aufl., 348 S. mit 290 Abb. Verlag Paul Parey, Berlin, 1953. Preis geb. 26,80 DM.

In erster Linie für das akademische Studium des Fachgebietes und den Gebrauch der Studierenden an unseren landwirtschaftlichen Hochschulen bestimmt, ist das bekannte Braun-Riehm'sche Werk in der vorliegenden ergänzten und erweiterten Neuauflage eine ausgezeichnete Einführung in das Gebiet des landwirtschaftlichen

Pflanzenschutzes. Dank seines allgemeinen Teiles, der alles wesentliche klar herausstellt, eignet es sich hervorragend auch zum Selbststudium für jeden, der ein wissenschaftlich vertieftes Verständnis über Krankheiten und Schädlinge unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sucht. Im Hauptteil behandelt das Buch, nach Kulturpflanzen geordnet und für jede gesondert zusammengefaßt, ihre wichtigsten Krankheiten und Schädlinge. Von gärtnerischen Schädlingen sind besonders jene berücksichtigt, die für den Feldgemüsebau in Frage kommen. Die in diesem Teil gebotene Beschränkung auf die wichtigsten Schadursachen entspricht dem einführenden Charakter des Buches. Die getroffene Auswahl ist durchweg glücklich. Ebenso sind die Hinweise auf das neuere Fachschrifttum dankbar zu begrüßen. Druck und Ausstattung sind vorbildlich. — Z.

**Zoological Record — Part Insects,** Vol. 86/13, 1949, herausgegeben vom Commonwealth Institute of Entomology — 41, Queen-Gate, London S.W. 7 — 1951. Preis geb. 30,— Sh.

Der Insektenteil des „Zoological Record" ist schon immer das wertvollste bibliographische Hilfsmittel für jeden wissenschaftlich arbeitenden Entomologen gewesen — gleichviel, ob er sich als Systematiker betätigt oder mit Morphologie und Entwicklungsgeschichte, mit Physiologie, Ökologie oder Faunistik der Insekten zu tun hat. Stets wird er zunächst zum vorliegenden Werk greifen, um sich über neuerschienene Arbeiten zu unterrichten. Es bringt sie fast lückenlos und in geradezu vorbildlicher Ordnung unter Zitierung von Verfasser, Titel und Erscheinungsort. — Der vorliegende Band umfaßt die Veröffentlichungen aus den Jahren 1948 und 1949 und zum Teil auch Nachträge von älteren, während des Krieges oder kurz vorher erschienenen Publikationen. Neben der Rev. of Appl. Ent. gehört der Insektenteil des Zoological Record in jede angewandtentomologische Fachbücherei. — Z

**Goffart, H.,** Nematoden der Kulturpflanzen Europas. 144 S. mit 91 Abb. Verlag Paul Parey, Berlin. Preis geb. 18,— DM.

Es ist dankbar zu begrüßen, daß Goffart — einer der besten Nematodenkenner unserer Zeit— mit der vorliegenden Schrift seine jahrzehntelangen Erfahrungen über das Auftreten von Fadenwürmern an landwirtschaftlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen, gestützt auf eine gründliche Kenntnis des umfangreichen und verstreuten Spezialschrifttums, weiteren Kreisen zugänglich machte. Der Mangel an einem guten zusammenfassenden Fachbuch war gerade auf diesem Gebiet für den Pflanzenschutzforscher sehr fühlbar. Bei der weiten Verbreitung der Nematoden begegnet er immer wieder ihren Vertretern an und in Pflanzenteilen. Sie eindeutig zu bestimmen war bislang ohne das umfangreiche Spezialschrifttum über die Gruppe kaum möglich. Hier schafft Goffart's Buch Abhilfe. Es umfaßt die Nematoden der Getreidearten, Futtergräser, Wurzelgewächse, Ölfrüchte, Faserpflanzen, Tabak, Hopfen, Hülsenfrüchte, Futterpflanzen, Gemüse- und Gewürzpflanzen, jene von Beerenobst, Kern- und Steinobst, sowie anhangsweise die aus Citrusgewächsen bekannt gewordenen Arten. (Die Nematoden gärtnerischer Zierpflanzen sind nicht behandelt.) Das Buch zeigt zugleich viele noch offene Fragen der Nematodenkunde und weist — was besonders zu begrüßen ist — bei den einzelnen meist weltweit verbreiteten Vertretern auf jene Nematoden hin, die wirtschaftliche Bedeutung besitzen, und auf solche, die nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse nur als mehr oder minder harmlose Mitbewohner zu deuten sind. Ein ausführliches Schriftenverzeichnis ist dem gut ausgestatteten Werk beigegeben. — Z.

*Dringend gesucht:* GARCKE

**Illustrierte Flora von Deutschland**

22. Auflage 1922
Angebote erbittet:
Verlag Paul Parey, Berlin SW 68, Lindenstraße 44—47

*Ein Verlagsverzeichnis nach dem neuesten Stande liegt jetzt vor. Interessenten senden wir es gern kostenlos zu.*

# Krankheiten und Schädlinge im Gemüsebau und ihre Bekämpfung

Von Prof. Dr. W. KOTTE, Freiburg i. Br.

2., neubearb. Aufl. 1952, 288 S. m. 186 Abb. und 8 Farbtafeln, kart. 24,- DM, Ganzln. 27,- DM

Dieses neuzeitliche Standardwerk über den Schutz unserer Gemüsepflanzen zeigt alle Schädlinge und Krankheiten und deren wirksame Bekämpfung auf. Die großen Fortschritte von Chemie und Technik des gemüsebaulichen Pflanzenschutzes, sowie die Spurenelemente-Düngung werden ihrer überragenden Bedeutung entsprechend dargestellt. Zur Frage der Anwendbarkeit innertherapeutischer Bekämpfungsmittel im Gemüsebau wird gleichfalls Stellung genommen. Neben den schon immer beachteten Schädlingen erfahren die in letzter Zeit zu einer besonderen Gefahr gewordenen, wie Kohltriebrüßler, Bohnenfliege und Bohnenkäfer eine entsprechende Behandlung. Die sehr guten, instruktiven Abbildungen werden jedem Gemüsebauer eine wertvolle Hilfe beim Erkennen von Schädigungen sein, und ihn zu der richtigen Bekämpfung anleiten.

*„Im neuen Kotte liegt nunmehr wieder ein repräsentatives Handbuch für den fortschrittlichen Gemüsebauer vor, das rückhaltlos empfohlen werden kann."*
*Pflanzenschutz*

# Nematoden der Kulturpflanzen Europas

Von Dr. H. GOFFART

1951. 144 Seiten mit 91 Abbildungen, Ganzleinen gebunden 18,- DM

Das Werk erfaßt in erster Linie die Art der Nematoden, welche die mitteleuropäischen Kulturpflanzen bedrohen.

Der allgemeine Teil behandelt Lebensweise der Älchen, Untersuchungsmethoden und Taxonomie.

Der spezielle Teil berücksichtigt eingehend die typischen Krankheitssymptome der von den pflanzenparasitären Nematoden befallenen Arten der Wirtspflanze. Es folgt die genaue Beschreibung, Lebensweise und Diagnose der in Betracht kommenden Schädiger unter Hinweis auf die Literatur, geographische Verbreitung und Bekämpfung. Die Ausführungen werden durch ein ausgezeichnetes Bildmaterial ergänzt.

*„So sind Gründlichkeit, klarer und übersichtlicher Aufbau ein Kennzeichen dieses Buches, das den Niederschlag der 25jährigen Forschungsarbeit und praktischen Erfahrung eines unserer besten Nematodenspezialisten darstellt. Das Buch ist insbesondere für alle im Pflanzenschutz Tätigen, aber auch für den interessierten Landwirt, Pflanzenzüchter und Biologen eine willkommene Bereicherung seiner Fachliteratur. Es sollte deshalb in keiner Handbibliothek fehlen."*
*Nachrichtenblatt des deutschen Pflanzenschutzdienstes, Braunschweig*

VERLAG PAUL PAREY

*Soeben erschien:*

# Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur
## 1940 — 1945

Herausgegeben von der Biologischen Zentralanstalt
für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem

Bearbeitet von Dr. J. BÄRNER

2 Bände, 1356 Seiten, brosch. DM 97,—

Aus dem Inhalt:

**Allgemeiner Teil**

Sammelwerke und Lehrbücher / Tätigkeitsberichte und Kongresse / Bibliographien

**Krankheiten und Ursachen**

Allgemeine Krankheitslehre, Infektionen und Epidemien, Krankheitsüberträger, Biologie der Schädlinge, Parasitismus, Laprophyten, Symbiose / Krankheiten mit verschiedenartigen oder unbekannten Ursachen (Chlorosen, Fäulen, Krebs) / Nichtparasitäre Krankheiten / Pflanzliche Feinde / Tierische Feinde / Virus

**Krankheiten und Wirtspflanzen**

Vegetation und Kulturpflanzen im allgemeinen. Übersicht über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen / Getreide / Kartoffeln und Rüben / Hülsenfrüchte und Gräser / Handelspflanzen / Obst / Weinrebe / Forstgehölze, Nutzhölzer, Holzzerstörer und Holzschutz / Zierpflanzen, Garten- und Gewächshauspflanzen / Tropische Nutzpflanzen / Vorratsschutz / Krankheiten nicht kultivierter Pflanzen und Kryptogamen

**Maßnahmen des Pflanzenschutzes**

Pflanzenhygiene / Pflanzentherapie / Förderung und Organisation des Pflanzenschutzes / Gesetzgebung und Verwaltung im Pflanzenschutz / Statistik über die Verbreitung von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen

Autorenverzeichnis

Die „Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur" erschien erstmalig im Jahre 1921. Bis 1944 wurden fortlaufend 21 Bände herausgegeben, die eine Zusammenfassung der gesamten Weltliteratur des Pflanzenschutzes bis zum Jahre 1939 enthielten.
In Fortsetzung dieser Veröffentlichungen erscheint hiermit eine Literaturzusammenfassung für die Jahre 1940—45. Weitere sollen in kurzen Abständen folgen, um die noch vorhandene Lücke in der Literaturnachweisung zu schließen.
Die beiden Bände enthalten etwa 26 900 Literaturzitate und ein Autorenverzeichnis von über 11 000 Namen.

*Bestellkarte liegt diesem Heft bei*

VERLAG PAUL PAREY

Verlag: Paul Parey, ⓘ Berlin SW 68, Lindenstr. 44-47 (Westberlin), Herausgeber: Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52. Printed in Germany. Druck: Lindemann & Lüdecke, Berlin SO 36, Oranienstr. 183 (Westberlin). Erscheinungsweise: Jährlich erscheinen etwa 6 Hefte (4 Hefte = 1 Band). Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe, vorbehalten.